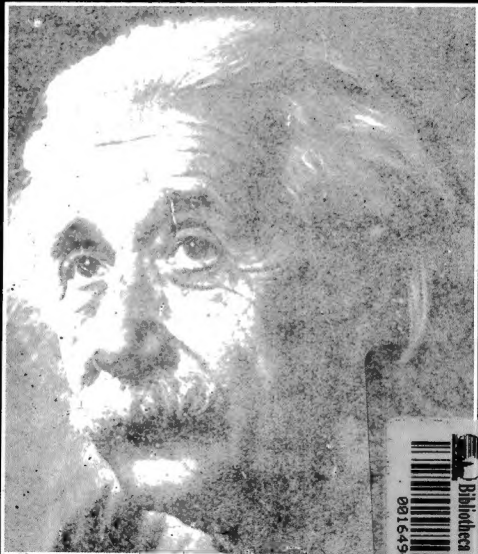


# آينشتاين



تأليف: باتش هوفمان  
ترجمة: نبيل صلاح الدين  
مراجعة: علي يوسف علي



الهيئة المصرية العامة للكتاب





# الألف كتاب الثاني

## نافذة على الثقافة العالمية

الإشراف العام  
الدكتور/ سمير السرحان  
رئيس مجلس الإدارة

رئيس التحرير  
أحمد صليحة

مستشار التحرير  
عزت محمد العنيز

الإخراج الفني والطباعة  
علياء أبو شادي

# البرت آينشتاين

تأليف  
بانش هوفمان

ترجمة  
نبيل صلاح الدين

مراجعة  
على يوسف على



الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٩٨

عنه هي الترجمة العربية الكاملة لكتاب :

**EINSTEIN**

**By : Bancel Hoffmann**

## فهرس

الموضوع	الصفحة
مقدمة الطبعة العربية . . . . .	٩
مقدمة الطبعة الانجليزية . . . . .	١٢
الفصل الأول	
الرجل والطفل . . . . .	١٢
الفصل الثاني	
الطفل والشباب . . . . .	٢٥
الفصل الثالث	
ارهاصات النبوغ . . . . .	٤٤
الفصل الرابع	
اشراق فجر جديد . . . . .	٥٠
الفصل الخامس	
ضجيج حول الذرة . . . . .	٦٤
الفصل السادس	
اوقات افضل . . . . .	٧٠
الفصل السابع	
من برن الى برلين . . . . .	٩٢

## الفصل الثامن

من البرينسيا الى برنسيب . . . . . ١١٦

## الفصل التاسع

من برنسيب الى برنستون . . . . . ١٥١

## الفصل العاشر

المعركة والقنبلة . . . . . ١٧٩

## الفصل الحادي عشر

استعراض ارحب . . . . . ٢٢١

## الفصل الثاني عشر

الموت مصير كل حي . . . . . ٢٢٤



## شكر

تتوجه إدارة تحرير الألف كتاب  
بالشكر والتقدير للعالم الجليل الدكتور  
أحمد مستجير علي صادق معاونته لها في  
ترشيح واختيار عدد من الكتب  
العلمية الهامة لترجمتها، ومنها هذا  
الكتاب



## مقلعة الطبيعة العربية

يقول المؤلف في صدر الكتاب : « هذه قصة رجل غاية في البساطة » ، وأقول : « هذه ملحمة رجل عميق الايمان » ، ليس عن مخالفة ، ولكن عن رد للأمور الى جذورها الأعمق .

فعمق الايمان بالله الواحد يمثل محورا رئيسيا في شخصية بطل هذه القصة ، وما البساطة التي أشاد بها المؤلف سوى نتاج فرعى يتبع من ذلك المحور الجوهرى ، ليس الوحيد بطبيعة الحال ، كيف لا والوحدانية هي غاية البساطة .

ومن ذلك الايمان كان الاحساس بالجمال الأزلى للكون ، وكأنه يعبر عن المعنى « ان الله جميل يحب الجمال » . وليست أرى في البساطة والجمال سوى وجهين لعملة واحدة .

ومن الايمان أيضا كانت الثقة البالغة بالنفس ، تراها في كافة أطوار حياته ، طور الأيام الصعبة ، وطور الاشتهار ، وطور الانزواء ، في الطور الأول كان عبقرى لا يجد حظه من التقدير اللائق ، وفي الثائى انطلق كالشهاب ليكون محط إعجاب العالم بأكمله ، وفي الثالث

كان منشقا على أقرانه عزوفا عنهم ، حين بدأ له  
أن ما انتهجوه من فكر يتعارض مع احساسه  
بانضباط الكون ودقته ، وهو ما عبر عنه بالمقولة  
التي اشتهرت عنه : « أن الله لا يقذف بالنرد » .

واضافة لهذه الخصائص النبيلة ، نجد الوقوف  
المصارم في جانب الانسانية بكل ما تحمله من  
معاني الرحمة والخير ، فيها جامل وفيها خاصم ،  
يرفض التخلي عن موطنه الأصلي ، ألمانيا ، وهي  
ذليلة مهزومة ، ثم يتصل منها وهي طاغية ظالمة ،  
يرفض الانضمام لدين رسمي حين يرى في ذلك  
مصادرة على الحرية الشخصية ، ثم ينتصر لأبناء  
دينه حين تحقيق بهم الكوارث .

ولم يكن أينشتاين مع هذا الايمان العميق متدينا  
بالمعنى الشكلي أو الطقوسي ، ذلك أن الله الواحد  
كان بالنسبة اليه معنى للجمال المطلق والخير  
الشامل ، والذقة البالغة . واذا كان من سار على  
هذا النهج من حب الذات العلية قد عبروا عن  
مكتون صدورهم تسبيحا أو شعرا أو طقوسا ،  
فهو قد عبر عنها معادلات ونظريات علمية غيرت  
وجه العلم وكانت لها بصمات لا تنكر في مسار  
البشرية ، ويالها من صورة من تسبيح لم يعرفها  
المتصوفون من قبل ! .

وهذه المحاور جميعا لن يكف المؤلف عن  
الاشارة لها تصريحيا أو تلميعا كلما سنح المقام .  
ولست في الواقع أرى في وصفى لقصة حياته

بالملمحة ضربا من مبالغة ، ففيها من العبر ما يسوغها أن تكون مثالا يحتذى وقدوة يقتدى بها .

العبرة الأولى ، والأهم من وجهة نظري ، تنبع من مرحلة عمره الأولى ، كطالب لم يكتب له أن يكون ممن شهد لهم بالتفوق . ففيها لكل من تعرض لقضية التربية معنى جليل الخطر ، فالله وحده يعلم كم من النشء يظلم بهذه المعايير القاصرة ! .

أما لأبنائنا الشباب ، فلهم في يدهم حياته العملية درس يجدر بهم أن يعتبروا به ، فليس بمد الثقة بالله وبالنفس من طوق نجاة لكل من صادفته الصعاب .

ونرجو بتقديم هذا الكتاب للمكتبة العربية أن تكون قد أضفت لها ما يزيد بها ثراء ، هذا وبالله التوفيق .

المراجع

مهندس علي يوسف علي

٢٠ أبريل ١٩٩٧

## مقدمة الطبعة الانجليزية

السير الذاتية هى مسألة خيار ، وبالنسبة  
لرجل كآينشتاين يكون ذلك صحيحا تماما .  
فلا يوجد ما يمثل ترجمة كاملة ، ولا ندعى أن  
هذا الكتاب شئ من ذلك . لقد حاولنا ، فى حين  
محدود ، أن نمطى اشارة للرجل ، تاركين صورته  
تتشكل بقدر الامكان من خلال كتاباته هو ،  
ومكرسين جزءا أكبر لأعماله العلمية . ولما كان  
العلم جزءا أصيلا من شخصيته ، فإن أى عرض له  
لن يكون سوى مرور كرام . ولقد قيل عن علمه  
ما يكفى أن يبين من خواصه ما يظهر جوانب  
عظمته . ومع ذلك ، فاذا لم يكن القارئ مهتما  
اهتماما خاصا بالموضوعات العلمية المروضة ،  
فله ألا يتوقف عند تفاصيلها الدقيقة . فهدفنا هو  
أن نعرض للقصة عرضا روائيا فى المقام الأول ،  
منه يتذوق القارئ نكهة شخصية الرجل وعلمه ،  
وشيثا مما واجهه من قضايا علمية وسياسية ،  
وكيف كانت مشاركته المتميزة فيهما .

## الفصل الأول

### الرجل والطفل

يصور هذا الكتاب قصة رجل بالغ البساطة :

ويكمن جوهر عظمة آينشتاين فى بساطته ، وجوهر علمه فى حسه العميق بالجمال ، وكما قال هاملت فى موقف مختلف : « كان تناقضا ظاهريا برهنه الزمان » .

هو تناقض ينتظر الحل ، ولكن هناك المزيد . ومع تتابع حوادث القصة نكتشف أن كلمات هاملت ، المنتزعة من سياقها ، تكتسب فعوى جديدة غير متوقعة . فلدى آينشتاين أشياء غريبة يقولها عنه الزمن .

وهو معروف بالطبع بنظرية النسبية ، التى جلبت له الشهرة العالمية بشكل قارب التقديس ، وهو أمر لم يفهمه آينشتاين . ولدهشته البالغة ، أصبح أسطورة حية وبطلا شعبيا بحق . وكان من الشخصيات التى يحتفى بها الملوك ورجال الدولة والصفوة والوجهاء ، ويتعامل معه الشعب والصحافة كنجم سينمائى لا عالم . وعندما دعاه شارلى شابلن فى أوج عظمة هوليوود الى حفل افتتاح فيلمه « أضواء المدينة » ، أحاط الجمهور بالسيارة لمشاهدة آينشتاين بنفس

مقدار رغبتهم فى رؤية شابلن ، عندها التفت أينشتين الى مضيفه متسائلا فى حيرة : « ما معنى هذا ؟ » فأجابه شابلن الحكيم بمرارة « لا شيء » ! .

ورغم أن الشهرة جلبت مشاكلها التى لا مناص منها ، إلا أنها لم تكن قادرة على افساد الرجل . فلم يكن ذلك من طباعه ، لم يبد عليه يوما الاحساس المبالغ بالذات . وقد أمطره الصحفيون بتفاهاتهم وتقاطر عليه الرسامون والمثالون والمصورون - مشاهير ومنمورين - جاءوا بشكل منتظم لتشخيصه . لكنه خلال ذلك كله ظل محتفظا ببساطته وقدرته على السخرية . وعندما سأله رفيق رحلة قطار لا يعلم شخصيته عن عمله ، أجاب بأسى : « أعمل موديلات للفنانين » . وفى حديثه لصديق عن انزعاجه من طلبات التوقيع على الأوتوجراف قال : « ان مطاردى التوقعات هم آخر صيحة من أكلة لحوم البشر ، فبدلا من التهامهم يكتفون الآن بقطع رمزية منهم » . وبعد تكريمه فى مناسبة اجتماعية كاشف الحاضرين بأسف قائلا : « عندما كنت صغيرا كل ما تمنيته وتوقمته من الحياة أن أجلس فى هدوء الى ركن ما أؤدى على بلا أى اهتمام عام بى .. انظروا ما أنا فيه الآن !! » .

وقبل أن تسمع به العامة بفترة طويلة ، أدرك علماء الفيزياء أهمية أينشتين . ولنظرية النسبية جزآن رئيسيان ، النظرية النسبية الخاصة والأخرى العامة . وفى أعقاب الحرب العالمية الأولى جاءت التقارير العلمية عن الكسوف الشمسى تأكيداً للنبوءة بالنظرية العامة للنسبية ، عندها فقط تسرب الخبر للعامة بأن انجازا هاما وخطيرا قد تحقق فى عالم الفيزياء .



جاء أينشتين في وقت من الأزمات غير المسبوقة في عالم الفيزياء . ولم تكن النسبية هي التطور العلمي الثوري الوحيد في بدايات القرن العشرين . فتورة نظرية الكم ، وهي جزء من قصتنا ، تطورت تقريبا بشكل متزامن وكانت أكثر ثورية من النسبية ، ولكنها لم تحدث نفس الضجة الجماهيرية ولم تفرز بطلا شعبيا كما كان حال الأخيرة . وقد تنامت الأكاذوبة الخرافية أن حفنة قليلة تمد على أصابع اليد من العلماء في العالم أجمع ، هي القادرة على فهم واستيعاب النظرية النسبية . وربما يكون ذلك صحيحا في البدايات الأولى عندما قدم أينشتين نظريته . ولكن حتى بعد أن كتب الكثيرون مقالات ووضعت كتب لشرح النظرية فإن الخرافة لم تمت وظلت آثارها حتى الآن . وطبقا لتقديرات حديثة فإن ما ينشر من المقالات ذات الوزن عن النظرية النسبية العامة هو بين ٧٠٠ و ١٠٠٠ عمل سنويا .

وقد أعمت الخرافة ، ونجاح تجربة الكسوف للنظرية هالة من الغموض والصفاء الكوني ، وهو ما اجتذب خيال الرأي العام المتعب من الحروب والحريص على نسيان الشعور بالذنب وفظائع الحرب العالمية الأولى - وحتى بالنظرة البسيطة للنظرية النسبية فإنها تظل انجازا ضخما هائلا . وفي خطاب كتبه عندما أتم عامه الحادي والخمسين ذكر أينشتين أنه يعتبر هذه النظرية بحق انجاز حياته ، ووصف أعماله الأخرى بأنها مجرد أعمال أداها عندما دعت الحاجة .

ولا يمكن الاستغفاف بهذه الأعمال « وليدة المصادفة » كما سماها أينشتين ، وعن هذا يعبر ماكس بورن الحاصل على جائزة نوبل في الفيزياء بجلال عندما يقول ان أينشتين

« يظل أحد أعظم علماء الطبيعة النظرية في كل المصور حتى لو لم يكتب سطرًا واحدًا من النسبية » - ولكن ماذا عن جائزة نوبل التي حصل عليها أينشتين؟ وحتى بالنظر الساذجة للقيمة الظاهرية للبيان الرسمي للجائزة نجد أنه حصل عليها لبعض من أعماله التي أسماها «وليدة المصادفة»، وأن هذا لا يتعارض بأي شكل مع عظمة النظرية النسبية .

وقد كتب كارل سيلج Carl Seelig ، أحد أبرز من كتب عن سيرة أينشتين ، يسأله يوما عما إذا كان قد ورث موهبته العلمية من ناحية أبيه وموهبته الموسيقية عن أمه ، فأجاب بصدق : « ليس لدى موهبة خاصة ، كل ما هناك حبى للاستطلاع وفضولى الجارف . لذلك فليس الأمر وراثيا » . ولم يكن ذلك خجلا منه ، وإنما كان أفضل إجابة ممكنة لسؤال سيء الصياغة .

وإذا تصورنا أن ذلك يكشف عن فنية أينشتين العلمية ، إلا أنه يشير أيضا الى شيء لم يكن فى ذهن سيلج بالتأكيد؛ لأن السؤال يضع قدرات أينشتين الموسيقية على قدم المساواة مع علمه . صحيح أنه أحب الموسيقى ، وكانت قدرته فى العزف على الكمان أفضل من العديد من الهواة ، ولكن هل كان سيلج يقارن الرجل ، موسيقيا ، بموسيقيه المفضل « موزارت » كما قارنه فى مجال العلم بنيوتن الذى كان يكن له احتراما وتوقيرا كبيرين ؟

لم يكن أينشتين فى العلم هاويا بكل تأكيد ، بل كانت مواهبه من نوعية جهاينة المحترفين . والتمكن من الاحتراف بالنسبة للرجل المادى ، دائما ، مثير للمهابة ، يتساوى فى ذلك رجال الدين مع الدجالين . ولكن المواهب ليست بتلك

الندرة ، فبمعايير الاحتراف لم تكن موهبة الرجل العلمية أو مهارته التقنية مذهلة أو بارزة ، فقد فاقه في ذلك العديد من الممارسين الأكفاء • وبهذا المفهوم بالتحديد لم تكن لاينشتين أية قدرات علمية خاصة ، وانما كان الشيء المميز له تلك اللمسة السحرية والتي بدونها يظل أكثر الفضول بلا فعالية • انه السحر الحقيقي الذي يفوق المنطق ويفرز العبقري من بين ذوى المواهب الكبيرة •

سنرى ذلك بأنفسنا تدريجيا • فقد عبر آينشتين عن ذلك ضمنا في سيرته الذاتية بكلمات يلفها التواضع ، فلم يكن مقبولا أن يقول « أنا عبقري » ولكن ذلك هو ما كتب عندما بين لماذا أصبح عالما فيزيائيا وليس عالما رياضيا :

« لم يكن اهمالى النسبى للرياضيات راجعا لمجرد شغفى بالفيزياء ، ولكن أيضا للتجربة الغريبة التالية : فقد رأيت أن الرياضيات مقسمة الى تخصصات يلاحد ، كل منها يمكن أن يستنفد العمر كله ، ووجدت نفسى فى موقف من يقارن بين حزميتين من قش ، عاجزا عن الاختيار • فمن الواضح أن ذلك كان راجعا لحقيقة أن حسى الداخلى لم يكن قويا بدرجة كافية فى مجال الرياضيات • • أما فى الفيزياء فقد تعلمت سريعا أن أستخلص ما يمكن أن يؤدى الى الأساسيات وعدم الالتفات لاي شيء آخر ، والابتماد عن الأشياء العديدة التى تزحم الذهن وتحول بينه وبين الأساس أو الجوهر » •

ليس هناك تفسير عقلانى لمثل هذا الحدس القوى • هو شيء لا يمكن تدريسه أو استخلاصه فى قاعدة ، والا أصبح الكل عابرة • انه شيء ينبع تلقائيا وعفويا من الداخل • كتب آينشتين سيرته الذاتية فى سن السابعة والستين ، وقد

أشار فيها لواقعة هامة ترجع لأكثر من ستين عاما - وهى قصة كان مغرما بروايتها : فعندما مرض فى سن الخامسة أو السادسة مرضا ألزمه الفراش أهده أبواه بوصلة مغناطيسية ليلهو بها كالعديد ممن فى مثل سنه - غير أن تأثيرها على « ألبرت » الصغير كان دراميا وتنبئيا - وفى سيرته الذاتية يستعيد أينشتاين المسن بحرارة ذلك الاحساس بالانبهار الذى سيطر عليه لسنوات عديدة - كانت أمامه ابرة منعزلة عن أية مؤثرات ، ولكنها كانت تحت تأثير ميل دائم للاتجاه باصرار ناحية الشمال - ورغم أن هذه الابر المغناطيسية ليست بأعجب من البندول المتجه باصرار الى الأرض ، الا أن البندول وسقوط الأشياء أمثلة مألوفة بالنسبة للصبي فاعتبرها من المسلمات الطبيعية ، ولم يدرك فى ذلك الوقت ما تمثله أيضا من غموض ، ولم يكن يدرك أنه فى وقت لاحق مع حياته سيكون له الهامه العظيم فى فهم البشرية للجاذبية - كانت الابر المغناطيسية نقطة تحول بالنسبة لألبرت الصغير ، ولم تتناسب مع تصويره المبكر لعالم منتظم طبيعيا - وكتب فى سيرته الذاتية : « مازلت أذكر - أو على الأقل هذا ما أعتقده - أنه كان لهذه التجربة تأثير عميق مسيطر على » .

هذه الكلمات جديرة بالاهتمام من عدة نواح - فقد أعلنت عن الصعوبة المفاجئة لهذا الفضول الجارف الذى أصبح رفيق حياة أينشتاين ، وايدانا بتبلور شئ داخلى كان ولفترة طويلة فى طور التشكيل - وبالنظر لما حققه يمكننا أن نرى من كلماته فى السيرة الذاتية ، أنه قد وجد مهنته فى سن مبكرة - ولكن هناك شيئا غريبا فى كلماته من المفيد أن نتمعن فيها - فلنقرأ ثانية « مازلت أذكر - أو على الأقل هذا

ما أعتقده - أنه كان لهذه التجربة تأثير عميق مسيطر على» .  
أليس فيها شيء غير منطقي ، اذا كان للتجربة مثل هذا التأثير  
العميق والمسيطر فلا بد أن يتذكر ذلك بشكل قاطع . لم اذن  
كانت هذه المباراة الاحترازية «أو على الأقل هذا ما أعتقده»؟

هل أوقعنا آينشتين العظيم في تناقض ؟ ظاهريا نعم .  
ولكن بمفهوم أعمق ، كلا . فهو قد روى هذه القصة مرارا ،  
ويدرك سقطات الذاكرة ، ويعلم أنه بتكرار رواية القصة  
يمكن أن تدخلها المبالغات ، ورغم هذا يصدقها الراوى . انه  
يعتقد أن الابهرة كان لها عليه تأثير لا ينسى ، لكن قد لا يكون  
التأثير بالضخامة التى تصورها بعد ذلك . لاحظ البساطة  
التى عبر بها عن الخواطر فى خلفية تفكيره . كلمات التحفظ  
هذه ليست متممة ، بل هى فقط تقطع التسلسل المنطقي .  
انها تتدخل بلا استدعاء ، كسقطه فرويدية ، وتكشف عن  
شغف آينشتين الغريزى بالحقيقة . بل أكثر من ذلك تكشف  
لنا آينشتين وهو يعمق الحقيقة بوسائل من التناقض  
الظاهرى .

ماذا عن سيرته الذاتية ؟ وقد تعرضنا لها بالفعل مرتين  
من قبل . بالقطع هى بمثابة كشف كنز حقيقى ، وهى كذلك  
بالفعل ولكنها ليست كلية من النوعية التى نتوقعها . كانت  
لاينشتين آراء قوية حول السير الذاتية . فى عام ١٩٤٢  
طلب منه أحد الشعراء البارزين ، حين كتب سيرة هامة لعالم  
كبير فى القرن التاسع عشر ، أن يساهم بوضع مقدمة  
للكتاب . فكتب تلبية لهذه الدعوة :

« بالنسبة لى هناك طريقة واحدة لاجتذاب الاهتمام  
الشعبى بعالم كبير ، ألا وهى مناقشة وتفسير المشاكل والحلول

التي طبعت أعماله بلغة مفهومة بشكل عام • ولا ينهض بهذا العمل الا من لديه المعرفة الأساسية بالمادة ، أما الحياة الخارجية والعلاقات الشخصية فهي بشكل عام ثانوية الأهمية • وعادة ما تتخذ مثل هذه الكتب الجانب الشخصي في الاعتبار ، ولكنها يجب ألا تكون المادة الأساسية مع عدم وجود كتب تتناول الانجازات الفعلية ، والا كانت النتيجة نوعا من التآليه الرخيص والقائم على العواطف لا الرؤية المتفحصه المتعمقة • وقد علمتني تجربتي الخاصة أنه أمر سخيف وبفيض أن يكون تكريم رجل جاد مشغول بالتزامات كبرى بمثل هذا الجهل •

على كل حال ، لا يمكن أن أعلن موافقتي على مثل هذا الاتجاه في التكريم ، إذ أراه على العكس من ذلك ، خفضا من قدر أولئك الرجال • قد يبدو ذلك فظا ، وأخشى أن تفسر امتناعي عن هذا بعدم لياقة ليس له ما يبرره ، ولكنني هكذا ولا يمكنني أن أكون خلاف ذلك » •

نادرا ما أيد أينشتاين السير أو كتب عن نفسه ، لكنه كتب مقدمة لسيرته الذاتية التي كتبها زوج ابنته «رودلف كايزر» (١) قال فيها :

«أجد أن حقائق هذا الكتاب صحيحة ودقيقة ، وتوصيفها خلال الكتاب متفق تماما مع ما هو متوقع من انسان شكلته الظروف ، ولم يكن له الا أن يكون أنا • أما ما قد يكون قد أغفله ، فهو ما بثته الطبيعة بلا كلل ، ربما كنزوة من

---

(١) تحت اسم مستعار « اشطون رايزر » •

نزواتها ، فى فرد من البشر من عدم رؤية ، وغرابة ، وربما  
مس من الجنون » •

علينا اذن التمعن فى السيرة الذاتية لأينشتين • فاذا  
بدت كلماته للشاعر فى مقدمته لكتاب عن عالم من القرن  
الماضى بهذه الصرامة ، فاننا سنجد أنها لا تقارن بمعايير  
السيرة الذاتية التى فرضها على نفسه ، ونحن مدينون فى  
هذه السيرة الذاتية لاصرار بول أرثر شليب وقدرته على  
الاقناع ، وهو أستاذ فى الفلسفة راجع سلسلة من الكتب عن  
عظماء الفلاسفة الأحياء ، رجال على مستوى ديوى Dewey ،  
سانتايانا Santayana ، هوايتهد Whitehead ، وراسل Russell ،  
وقد خلص الى أن أينشتين هو أحد الفلاسفة العظام ، مما  
حدها الى اضافته الى القائمة السابقة • وكان كل كتاب  
منحصرا لشخصية معينة ، ويحوى سيرته الذاتية ، وتتبعها  
سلسلة من المقالات يكتبها ثقات يقيمون أعماله وينقدونها ،  
ثم يرد على هذه المقالات صاحب السيرة نفسه ، فيجد بهذه  
الطريقة الفرصة لتصحيح سوء الفهم عنه •

وبرغم قدرة شليب على الاقناع الا أن أينشتين رفض  
أن يكتب سيرته الذاتية للكتاب ، ووافق فقط على كتابة  
سيرته العلمية • وبقدرته على التندر تكلم عنها كما لو كانت  
« تأبيننا » • وعندما انتهى منها وضع عنوانا : « لمحات من  
السيرة الذاتية » • ولم تبدأ بالشكل التقليدى بالقول مثلا :  
« ولدت فى الرابع عشر من مارس عام ١٨٧٩ ببلدة « أولم »  
فى ألمانيا » • فهى لم تتعرض لمثل هذه المسائل ، فلم تذكر  
أيضا أشياء مثل « كانت لى أخت صغيرة تسمى مايا » أو  
« كان لى ولدان مع زوجتى الأولى » أو « كانت والدتى تسمى  
بولين » • وانما تتحدث عن الاحساس بالمعجب الذى تولاه

عندما أراه أبوه ابرة البوصلة المغناطيسية ، ومن الطبيعي أن مثل هذه اللحظات العاطفية أو العقلية لها مكانها بحق في السيرة العلمية الذاتية . وتفوق أهميتها كثيرا من الأشياء مثل الوقوع في الحب أو الحزن لفقد عزيز . وبعد سنوات طويلة من الأضواء ظل آينشتاين يعتز بخصوصيته ، ولا يتوقع المرم لذلك أن يذكر أن اسم والده الذي أراه البوصلة كان هيرمان . لم ترد في الكتاب سوى أسماء العلماء والفلاسفة فقط . لا ذكر لأي تغيير في محل الإقامة أو الوظائف التي شغلها إلا الإشارة العابرة لكونه يهوديا !! لا ذكر إطلاقا لأي تأثيرات سياسية عالمية عليه أو تأثيره هو على العالم . فبمجرد أن بدأ هذا « التأين » انغمس في مناقشات عميقة للعلم والفلسفة وتظل في معظمها على هذا المنوال ، ولشعوره التام بمثالب سيرته الذاتية يقطع آينشتاين هذه المناقشات العميقة . يشكل مفاجئنا بهذه الكلمات :

« هل المفروض أن يكون هذا تأينا ؟ هذا ما سيتسامه القارئ المندفع . وأجيب على ذلك . . في الجوهر نعم . لأن جوهر كينونة رجل من نوعي يكمن بالتحديد فيما يفكر فيه وكيف يفكر وليس فيما عمله أو يعانيه . وبناء عليه ، فإن التأين يجب أن يقتصر بشكل عام على توصيل الأفكار التي لعبت دورا ملحوظا في أعمالي » .

وبقوله هذا استراح ضميره وبدأ في مناقشة طبيعة النظريات الفيزيائية وبدون أن يتوقف لالتقاط الأنفاس يالبدم في فقرة جديدة .

وبرغم ذلك ، فإن لـ « لمحات السيرة الذاتية » بمصادقاتها الرياضية ومفاهيمها العميقة جاذبيتها لدى المتخصصين وكذا



القارئ العادي إذا ما كان على مقدرة على المتابعة ، مع تخطي ما يستغلق عليه فهمه • وحتى ما سكنت عنه آينشتين فإنه يعين على فهم نوعية الرجل الذي كانه • ولم يكن محتاجا للمقول بأن مثل هذه الفكرة خطرت له في برن أو زيورخ أو برلين أو برينستون • ورغم أن « الملاحظات » هي سيرة ذاتية ، إلا أنها ليست جغرافية ، هي في الأساس ( لا مكانية ) لأنه أينما ذهب رحلت معه أفكاره • ( المكان ) هنا لديه ليس بذى أهمية ، ولكن الملاحظات ليست ( لا مكانية ) كلية ، فهي تحكى عن تجربة فريدة هزت العالم ، مكانها الحقيقي هو برجه العاجي ، ألا وهو عقله •

في ٢٤ يونيو ١٨٨١ ، عندما كان عمر آينشتين عامين وثلاثة أشهر كتبت جدته لأمه لبعض أقاربها : « ألبرت الصغير طفل طيب لدرجة أنني أحس يتماسة عندما أفكر أنني لئن أراه لفترة » • وبعدها بأسبوع كتبت : « لقد وجدنا بعض متعلقات ألبرت الصغير • كان عزيزا وطيبا ونتحدث كثيرا عن أفكاره الغريبة » •

وشهادة الأجداد عن الأحفاد مشوبة دائما بالتحيز ، ولكن ما يعطى هذه المقتطفات أهميتها ليس مجرد تأثير ألبرت الصغير على جدته وإنما في أنها أول شهادات الأقارب المعاصرين عنه كشخصية • وهى تدفعنا للتساؤل عن ماهية هذه « الأفكار الغريبة » لطفل في الثانية من عمره كتب له أن يفوق أعز آمال الأجداد المحبين • هل كانت الأفكار أكثر من مجرد ضحك وتهريج ؟ هل تضمنت إرهابا لما هو آت ؟ أم على العكس ظل أجداده المنجوعون كما ظل أبواه أن ألبرت متخلف ؟ كانت لديهم أسباب وجيهة لهذا الاعتقاد ، وكان

الشعور منفصا • • وكما يتذكر آينشتين في خطاب كتبه عام ١٩٥٤ : « كان والدائ قلقين لأنى بدأت النطق متأخرا بمض الشىء وفى هذا استشاروا طيبيا • لا أذكر سنى عندئذ ولكنها كانت تقل بالتاكيد عن ثلاث سنين » • والأفكار التى وجدها جداه ( غريبة ) مع الصعب أن نتصورها مصاغة لفظيا • وفى خطابه قال آينشتين كذلك : « وعلى الرغم من أنى لم أصبح خطيبا مفوها أبدا ، الا أن تطورى التالى كان طبيعيا تماما فيما عدا ما تميزت به من تكرار كلماتى برقة » • كذلك وبالنظر لما أصبحه آينشتين فيما بعد فإن بداياته لم تكن مبشرة •

## الفصل الثانى

### الطفل والشاب

لم يعد البيت الذى ولد فيه آينشتين بمدينة أولم موجودا . فقد حولته الحرب العالمية الثانية الى أنقاض . وكان قد سُمى شارع فى المدينة باسمه ، ولكن النازيين لم يتحملوا رؤية يهودى يكرم بهذا الشكل ، خاصة ذلك اليهودى الذى لمع نجمه كرمز لكل ما حاولوا تدميره . وفى يومه الأول فى المنصب أمرع الممدة النازى الجديد للمدينة بتغيير اسم الشارع الى شارع فيخته ، تكريما لذلك الفيلسوف الألمانى من القرن الثامن عشر . ولم يعد الاسم كما كان الا بهزيمة النازى .

ذكر آينشتين فى خطابات كتبها عام ١٩٤٦ : « لقد سمعت بقصة أسماء الشوارع فى حينها ووجدتها مسلية للغاية . ولا أدري هل تغير شيء منذ ذلك الحين . . . ولا أدري متى يكون التغيير التالى . ولكننى أعرف كيف أكتب فضولى . اعتقد أن اسما محايدا مثل « طاجونة الهواء » هو أنسب للعقلية السياسية الألمانية ، ويجعل المزيد من التغيير فى الاسم غير ضرورى مع مرور الزمن » .

أمضى آينشتاين وقتا قصيرا فى أولم • فبعد عام من مولده انتقلت الأسرة الى مدينة أكبر بكثير • وهناك بدأ أبوه هيرمان وعمه جاكوب عملا سويا حيث شيئا مصنعا صغيرا للالكتروميكانيكا • والمفارقة هنا هو أنهما أنشأا فى ميونخ التى أصبحت فيما بعد معقل النازية ، وقد احتفظت حياة العائلة هناك بالقليل من آثار أسلافها اليهود •

أرسلت العائلة ألبرت وأخته مايا التى تصغره بعامين ونصف الى المدرسة الابتدائية الكاثوليكية القريبة ، حيث تعلم الطفلان تقاليد الديانة الكاثوليكية وتعاليمها • ولكن الأسرة لم تهمل تعليمهما اليهودية ، وأصبح ألبرت الصغير ، وبسرعة ، متدينا بعمق ، روحيا وشعائريا ، وقد رفض لسنوات أن يأكل لحم الخنزير • وكان يرى أن والديه متسيبان فى الالتزام بتعاليم اليهودية •

قد يكون تناول التطور الدينى خروجاً عن الموضوع فى السيرة الموجزة لمن أصبح عالما شهيرا ، لكن دوافع آينشتاين العلمية كانت دينية فى الأساس ، وان لم تكن بالمعنى الطقسى الشكلى • وسبق أن رأينا كيف سحرت الابرّة المغناطيسية الطفل المفتون ، ولم يفتقد الرجل أيذا احساسه الطفولى المبكر بالرهبة والعجب • وكما قال : « أكثر شئ غير مفهوم عن العالم هو أنه قابل للفهم ! » • وعند تقييمه لنظرية علمية له أو لغيره كان يسأل نفسه اذا ما كان هو الله ، هل كان سيجعل الكون بهذا الشكل ؟ قد يبدو هذا المعيار للوهلة الأولى أقرب الى الصوفية منه الى ما يعتبر علميا • انه يكشف عن ايمان آينشتاين بالبساطة والجمال المطلق فى الكون فقط • ذلك الرجل الذى يتمتع بالتدين البنائى والقناعات الفنية بأن

الجمال موجود ينتظر من يكتشفه ، هو الذى يمكنه وضع نظرية كان أهم ما يميزها ، ويفوق ما حققته من نجاح ، هو جمالها •

كان أبواه هيرمان وبولين بكل المقاييس أبوين طيبين مخلصين • هو رجل الأعمال متحرر الفكر والمتفائل ، حلو المعشر ، وهى ربة البيت هادئة الطبع ذات الميول الفنية ، تهوى العزف على البيانو بعد انتهاء الواجبات المنزلية • عاشوا فى ميونخ الى جوار عائلة جاكوب آينشتين بقرب مصنعهما فى بيتين متصلين لهما حديقة كبيرة مشتركة • وفى هذه الطفولة المبكرة شاهد ألبرت الكثير من عمه جاكوب المهندس فى العمل المشترك مع والده •

كان ألبرت الصغير ميالا للعلزلة بطبيعته • وعندما كان الأطفال الأقارب يأتون للعب فى الحديقة لم يكن يشاركون الا قليلا • وتذكر أخته مايا فى وثيقة كتبت بعد ذلك بوقت طويل أنه كان يفضل الألعاب التى تتطلب الصبر والمثابرة ، مثلا بناء هياكل معقدة بطوب البناء وانشاء منازل تصل الى أربعة عشر طابقا بأوراق اللعب • وفى طفولته كان ينفر بالفريزة من القسر والاجبار ، وكان يتردد من رأى المسيرات العسكرية ، بينما يحلم أقرانه بיום يرتدون فيه ذلك الزي • بل كان يمقت مجرد فكرة السير المنتظم بلا معنى على الدقات الفارغة للطبول •

فى عام ١٨٨٦ كان قد بلغ السابعة • وكتبت أمه الى أمها تقول : « أحضر ألبرت بالأمس درجاته من المدرسة ، وتكرارا هو على قمة فصله وحصل على درجات رائة » • وفى العام التالى كتبت جدته لأمه : « لقد عاد ألبرت العزيز الى

المدرسة منذ أسبوع • كم أحب ذلك الصبي ، فلا يمكن أن  
تتصورى ما أصبح عليه مع طيبة وجمال ! » •

من هذه اللقطات يمكن أن نستخلص أن ألبرت قد تغلب  
بسرعة على عراقيل بدايته المتعثرة وأصبح تلميذا نابها  
سعيدا فى مدرسته ، يحبه أقرابه ومدرسه • ولكنه فى  
أواخر حياته تحدث بمرارة عن سنوات المدرسة ، لم تعجبه  
بشكل خاص أنماط التعليمات الصماء التى سادت وقتها •  
وقد تعاظم هذا الاحساس عندما ترك - فى سن العاشرة -  
المدرسة الابتدائية ليلتحق بالمدرسة الثانوية • وقد كتب فى  
عام ١٩٥٥ : « كتلميذ لم أكن سيئا أو جيدا بشكل خاص •  
كانت نقطة ضعفى الرئيسية تكمن فى ضعف ذاكرتى خاصة  
فيما يتعلق بالكلمات والنصوص » • وقد أمن على ذلك معلم  
اللغة اليونانية عندما قال له : « لن تصبح شيئا ذا بال » •  
ولكن انظر لكلمات ألبرت التالية : « فقط فى الرياضيات  
والعلوم كنت بالتحصيل الذاتى متقدما عن المنهج الدراسى ،  
وكذلك الحال مع منهج الفلسفة » •

لدينا هنا على الأقل صورة أوضح لتطور آينشتاين  
الصغير • والمباراة الرئيسية هى « التحصيل الذاتى » • الذى  
يرتبط بشكل أساسى بحب الاستطلاع الجارف والاحساس  
بالمجب والدهشة • كما يكشف عزفه على البيانو بعمق عن  
أسلوب تطور شخصيته ، فقد كتب : « تلقيت دروسا فى البيانو  
بين سن السادسة والرابعة عشرة ، ولكنى لم أكن مخطوفا  
فيمن تعلمت على أيديهم • فلم تتعد الموسيقى لديهم الممارسة  
الميكانيكية • بدأت التعلم حقا عندما كنت فى حوالى الثالثة  
عشرة ، وأساسا بعد أن أغرمت بسوناتات موزارت • وكانت

محاولاتي لمحاكاة مضمونها الفنى وجمالها المتفرد الى حد كبير هى دافعى لتحسين عزفى . وكان التقدم راجعا لهذه السوناتات وليس للممارسة المنتظمة . وأنا أؤمن بشكل عام بأن الحب معلم أفضل من الاحساس بالواجب ، على الأقل هذا ما كان عليه حالى » .

وتد تلقى آينشتين الصغير ، وبلا شك ، تشجيعا هاما من عمه جاكوب ، ويبدو أنه قد علم ابن أخته نظرية فيثاغورث قبل أن يدرس الصغير الهندسة . وقد فتح ألبرت بها ، وبعد جهد مضمّن توصل الى طريقة لاثباتها ، وهو انجاز غير عادى فى تلك الظروف ، ولا بد أن سعادتهما بذلك كانت بالغة . ولكن ، وللغربة ، كانت تلك السعادة لا تذكر بالمقارنة بالمشاعر التى أثارها فيه كتاب صغير عن هندسة اقليدس التى أصبح غارقا فيها . كان عندئذ فى الثانية عشرة ، وكان للكتاب عليه نفس تأثير الابرة المغناطيسية قبل سبع سنوات . وفى « لمحات السيرة الذاتية » يتحدث بعبور عن « كتيب الهندسة المقدس » :

« لدينا هنا بعض الحقائق المؤكدة ، . . على سبيل المثال تقاطع الارتفاعات الثلاثة للمثلث فى نقطة واحدة ، وهو ما يمكن اثباته بشكل لا يقبل الشك . كان لكل هذه السهولة والوضوح تأثير لا يوصف على . أما بالنسبة لمن يمتقنون الرياضيات ، فلا بد أن هذا الاعجاب بالهندسة كان شيئا لا يصدق مثل حب عالم الزواحف للشعابين » . وحيث ان آينشتين اتخذ الطريق السهل ، والأمين فى ذات الوقت ، يوصف الانطباع بأنه لا يوصف ، فلنستمر وصفا من برتراند راسل الذى كانت له تجربة مماثلة بشكل مذهل ، حتى من ناحية

العمر ، حيث كتب يقول : « فى سق الحادية عشرة كانت بدايتى مع هندسة اقليدس ، وهى من أهم أحداث حياتى .  
فهى مبهرة كالحب الأول . لم أكن أتصور أن فى العالم شيئاً بهذا الجمال » . ولا ننسى ما قاله الشاعر أدنا سانت فنسنت ميلاي : « اقليدس وحده هو الذى رأى الجمال الخالص » .

وفى حياته قرأ أينشتين كتب العلوم المبسطة بما وصفه فيما بعد ، « انتباه مبهور الأنفاس » . لم تأت هذه الكتب مصادفة . لقد وضعها بترتيب وتخطيط بين يديه ماكس ثالمى ، وهو طالب طب واع متبصر ظل لفترة طويلة يزورهم أسبوعياً . وكانت لثالمى حوارات طويلة مع ألبرت الصغير يرشده فيها ويوسع آفاقه الثقافية فى طور التشكيل الحرج . وعندما بدأ أينشتين فى تعليم نفسه الرياضيات العليا كان على ثالمى - دفاعاً عن الذات - أن يحول المناقشات الى الفلسفة ، موطن قوته . وفى ذكر تلك الأيام كتب ثالمى : « نصحتة بقراءة « كانت » وكان ما يزال صبيها فى الثالثة عشرة من عمره ، ورغم أن أعمال « كانت » ليست فى متناول الانسان العادى ، الا أنها كانت واضحة له » .

كان من آثار كتب العلوم على ألبرت الحساس مريع التأثير أن أصبح فجأة لا دينياً . لم يفته التعارض بين الصورة العلمية والأخرى التوراتية . وحتى ذلك الحين كان ملاذه فى الايمان بالدين كما تعلمه . أما الآن ، فقد أحس أن عليه التخلي عنه ، على الأقل جزئياً ، وهو ما لم يستطعه بغير صراع عاطفى حاد ومزير . لفترة لم يكن لا دينياً فحسب ، بل متعصباً ومتشككاً بشكل بالغ فى القوة العليا . بعد أربعين عاماً يقول فى دعاية مباحرة : « عقايل على ازدرائى



للمرجعية ، جعلنى القدر مرجعا \* ان ايمانه فى القوة العليا ، والذى لم يفارقه أبدا ، كان على أهمية خاصة .  
فبدونه لم يكف بامكانه أن ينمى تلك الاستقلالية العقلية القوية التى منحتة شجاعة تحدى بها قناعات علمية راسخة ، وبناء عليه أحداث تلك الثورة فى عالم الطبيعة \*

وكصبى فقد الاحساس بالدين ، لفترة محدودة ، كان تواقا للاحساس بيقين بديل كأساس متين يبنى عليه حياته الداخلية واحساسه بالعالم الخارجى . فى هذه الفترة جاءه كتيب الهندسة ، ومع اللافت للنظر أنه تحدث عنه بعد خمسين عاما ككتيب مقدس \*

بعد بضع سنوات من الازدهار ، تعرض مصنع أبيه وعمه فى ميونخ لظروف عصيبة ، وأغلق فى عام ١٨٩٤ ، وانتقلت العائلة الى إيطاليا بحثا عن ظروف أفضل ، من خلال مصنع فى « بافيا » بالقرب من « ميلانو » ، وخلفوا البرت فى مدرسة داخلية لانتهاء عامه الدراسى فى المدرسة الثانوية \*

الآن ، وفجأة ، وفى سن الخامسة عشرة ، أصبح البرت وحيدا \* لم يجد فى المدرسة الثانوية الا عزاء متواضعا \* ولم يكن من المستغرب أن يطلق عليه زملاؤه « الصريح » ، وهو ما نبر عنه بقولنا : « ان ما فى قلبه على لسانه » ، فهو لفرط بساطته وشفافيته لم يستطع اخفاء عدم اعجابه بمدرسيه ومنطهم الصارم \* وبالطبع لم يكن محبا لديهم ، حيث كان يكثر من احراجهم بأسئلته الصعبة \* وفى وصفه للموقف كتب عام ١٩٤٠ : « عندما كنت فى الصف السابع فى المدرسة الثانوية ( حوالى ١٥ عاما ) استدعيت لمقابلة مدرس

اللغة اليونانية الذى طلب منى ترك المدرسة • وردا على ملاحظتى بأننى لم آت بأى خطأ ، أجاب : « مجرد وجودك يجعل الصف يفقد احترامه لى » • من ناحيتى ؛ فبال تأكيد كنت راغبا فى ترك المدرسة واللاحاق بوالدى فى ايطاليا ، وكان السبب الرئيسى فى ذلك الطريقة الميكانيكية الغبية للتعليم • وتسبب ضعف ذاكرتى فى الكلمات فى مصاعب جمّة كان من العبث مغالبتها • لذلك فضلت أن أتحمل بكافة العقوبات الا أن أستظهر أو أتعلم بلا فائدة » •

ورغم هذه الرغبة المتبادلة فى الانفصال ، الا أن العناد واللوائح مما فرضا على ألبرت أن يتحمل حتى الاختبار النهائي ليحصل على شهادته • غير أنه كانت هناك أسباب أكثر قهريّة من اللوائح ، ايطاليا • فقد رسمت خطابات الوالدين صورة وردية لها • ولذلك قرر ألبرت ذو الخمسة عشر ربيعا المنبوذ والوحيد ترك المدرسة الثانوية • ويمطى هذا القرار اليائس مؤشرا قويا حيا على عمق تماسكه فى ميونخ • ولم يكن ذلك هو المؤشر الوحيد • فقبل أن يفادر أبواه كان قد قرر أن يغير جنسيته ، ولم يكن قادرا على ذلك بمفرده لكونه ما يزال قاصرا • ولكن تصميمه كان قويا ، ودوافعه عميقة • وكما كتب عام ١٩٣٣ : « كانت العقلية العسكرية المبالغ فيها فى ألمانيا مستغرية لدى كسبى • وعندما غادر والدى الى ايطاليا كان قد أخذ — بناء على رغبتي — خطوات لاعفائي من الجنسية الألمانية ، لأننى كنت راغبا فى أن أصبح مواطنا مويسريّا » •

تضمن الخروج من المدرسة الثانوية بعض المشاكل ، لكن ألبرت اتخذ حيالها ما أمكنه من الاحتياطات • فحصل من طبيب العائلة على شهادة بضرورة حصوله — لأسباب

صحية - على راحة للاستشفاء بين أهله فى إيطاليا ، ومن معلمه فى الرياضيات خطايا يشهد أن قدراته ومعارفه فى الرياضيات أصبحت تؤهله للمستوى الجامعى .

محسنا بهذه المستندات ، تخلى ألبرت عن الحرص ، وليأت المستقبل بما يشاء ، وعليه أن يعد نفسه بالتعلم الذاتى للالتحاق بالجامعة . ورغم أن الشهادة الطبية كانت تثقل ضميره الا أنها أنقذته من أن يوصف بالأبله . ولكن ، فلنقل بصراحة انه ( تسرب ) من المدرسة ، ترك حياته الكثيرة فى ميونخ ولحق بالمائلة فى ميلانو ، وتلت ذلك فترة من أسعد أيام حياته ، لم يسمح لأى قيود مدرسية بالحد من حريته المكتسبة حديثا . وهام بالعقل والجسد متغليا عن أى حرص ، روحا طبيعية عشقت الحرية ، يدرس فقط ما يجب من المواضيع . وخرج فى رحلة خلوية مع صديقه أوتو نويشتيتر Otto Neustatter ، خلال جبال الأبينين حتى « جنوة » ، وكان له أقارب فيها . وهناك كانت المتاحف والكنائس والحفلات الموسيقية والكنوز الفنية ، والمزيد من الكتب والمائلة والأصدقاء ، وشمس إيطاليا الدافئة ، والشعب البسيط العاطفى . فى مجملها كانت مفامرة جريئة للهروب والاكتشاف الرائع للذات .

ولكن الحلم لا يدوم والهموم الدنيوية ، والتى ظلت خامدة لفترة طويلة ، جاءت متزاحمة . لقد بدأت أعمال هيرمان آينشتين تتعرض للكساد ، وكان عليه أن يحث ابنه على التفكير فى المستقبل .

وفى زيورخ ، الجزء الناطق بالألمانية فى سويسرا ، كان المعهد الاتحادى للتكنولوجيا المشهور باسم « البوليتكنيك »

أو « البولي » • وهناك وفي عام ١٨٩٥ ، بعد عامه المشهود  
مع الانطلاق بلا قيود بعيدا عن المدرسة ، دخل امتحان القبول  
لقسم الهندسة •

ولكنه أخفق !

كانت ضربة موجعة رغم أنها شبه متوقعة ، بالإضافة الى  
أنه كان ما يزال في السادسة عشرة ، وكانت السن للالتحاق  
الثامنة عشرة - ولحسن الحظ لم يكن اخفاقه كارثة • كانت  
نقطة ضعفه هي المواد النظرية كاللغات وعلم النبات ، أما  
الرياضيات والطبيعة ، فلندع الحديث هنا للأعمال لا الأقوال •  
فقد اتخذ البروفيسور هينريش فيبر Henrich Weber خطوة غير  
عادية عندما أبلغ أينشتاين ، مع خلال آخرين ، بأنه ان ظل  
في زيورخ فبإمكانه حضور محاضراته في مادة الطبيعة •  
ورغم أن ذلك كان مشجعا الا أنه لم يكن حلا لمشكلة ألبرت •  
وكان هناك المزيد • فقد حثه ألين هيرتزوج Albin Herzog  
مدير البوليتكنيك ألا يفقد الأمل ، وأن يسعى للحصول على  
الدبلوم مع مدرسة الاقليم التقدمية في أرجاو Aargau  
في بلدة آراو Aarau .

في آراو ، لدهشة ألبرت وغبطته ، وجد مناخا مختلفا  
بشكل كبير عن المدرسة الثانوية في ميونخ • فقد ساد المدرسة  
روح منعشة من الحرية • وكان ملحوظا اذ وجد إقامته في  
منزل أحد المدرسين ، يوست وينتلر Jost Winteler • وقد  
عاملته العائلة كما لو كان فردا منها • وقدر لهذه الرابطة  
أن تزداد وثوقا فيما بعد ، فقد اقترن أحد أبناء العائلة  
بشقيقة ألبرت مايا Maja وتزوجت إحدى بناتها من ميشل

بيسو Michel Besso الذى سيأتى ذكره لاحقا • وكثيرا ما تذكر معلمه ( بابا وينتلىز ) بحب •

يبلوغة السادسة عشرة كان ألبرت قد علم نفسه علم التفاضل والتكامل وأصبح على تبصر علمى غير عادى • وللتدليل على ذلك نورد هذا الجزء من رسالة تهنئة له بعيد ميلاده الخامس عشر من أوتو نويشتيتز رفيقه خلال ذلك العام المشهود الذى لا ينسى فى ايطاليا • ويتحدث هذا الجزء من الخطاب عن واقعة تتعلق بالعم جاكوب عندما كان ألبرت فى الخامسة عشرة من عمره :

« أخبرنى عمك عن المصاعب الجمة التى وجدها فى حسابات انشاء بعض الماكينات » • وبمدها بأيام • • قال : « أتعرف كم هو رائع ابن أخى ! • فبعد أن أجهدنا عقليتنا أنا ومساعدى لعدة أيام جاء هذا الصغير بالحل فى أقل من ١٥ دقيقة • لسوف تسمع عنه كثيرا » •

مثل هذا التضج المبكر أمر مثير ، ولكنه ليس فريدا • فالأطفال الأذكياء كثيرا ما يعلنون المشاكل الفنية التى تحير من هم أكبر سنا • ولكن لدينا مثالا أفضل ، فى سن السادسة عشرة عندما كان فى أورو تسامل ألبرت عما تبدو عليه الموجة الضوئية عند الناظر إليها متحركا بنفس سرعتها •

ولا يعتبر هذا الموقف ، بالمقارنة بالمواقف الأخرى ، انجازا على الإطلاق • مجرد سؤال وجواب • ويكشف هذا السؤال الذى مآله لنفسه فى سن السادسة عشرة ، وظل مسيطرا عليه لسنوات ، بشكل واضح عن قدرته على التوصل الى لب المشكلة • والسؤال يتضمن بذرة النظرية النسبية •

وبينما لم يكن هناك من هو قادر على تقديم جواب شاف  
استطاع أينشتاين أن يجد الاجابة بنفسه . ولكن الأمر استغرق  
عشر سنوات .

فى تلك الأثناء ، وبعد عام سعيد غير متوقع فى أراو ،  
حصل أينشتاين على شهادته . وبعد اعفائه من شرط السن  
أصبح مؤهلا للالتحاق بمعهد البوليتكنيك ، والتحق به فى  
خريف ١٨٩٦ ، رغم أنه لم يكن فى نيته أن يصبح مهندسا .  
كان مثال جوست وينتلى فى ذهنه . وأصبح ينظر للتدريس  
كطريقة أفضل لكسب العيش . لذلك سجل نفسه فى دورة  
لتدريب المدرسين المتخصصين فى الرياضيات والعلوم . وقد  
دعمه أعمامه من جنوه ماليا بإعطائه راتبا شهريا مقداره  
١٠٠ فرنك . أخيرا اتخذ مستقبله مسارا آمنا .

ولكن من يعتاد الحرية لا ينساها . والشاب الذى أطلق  
عليه رفقاء اللعب « المريح » لا يكتسب الانضباط  
بسهولة . فخلال دراسته فى معهد البوليتكنيك لم يستطع  
اجبار نفسه على دراسة مالا يروقه ، وقضى معظم وقته  
وحيدا فى استكشاف بهيج لعالم الفيزياء العجيب ، وإجراء  
التجارب واستذكار أعمال الرواد العظام فى الفيزياء  
والفلسفة أولا بأول . كان يقرأ بعضها مع زميلة فصله  
الصربية ميليفيا ماريش التى تزوجها فيما بعد . أما  
المحاضرات فكانت بالنسبة له نوعا من التعويق . حضرها  
فقط لأداء الواجب وبلا حماس كبير فى غالب الأحيان .

أصبح مدركا أن اهتماماته الحقيقية ليست فى  
الرياضيات وإنما فى الفيزياء . ورغم ذلك لم تستهوه  
محاضراتها أيضا . ولسوء الطالع كان هناك امتحانان

رئيسيان عليه أن يجتازهما خلال سنوات الدراسة الأربع .  
ومرة أخرى بدأت نذر المشاكل تلوح في الأفق . ولكن أدرك  
أحد زملاء فصله ، مارسيل جروسمان Marcel Grossmann ،  
وهو طالب رياضيات ممتاز ، حقيقة مستوى آينشتين العلمى .  
وكان جروسمان منتظما فى حضور المحاضرات ودقيقا فى  
تسجيله الملاحظات التى كانت بالفعل مثالا يحتذى للتفصيل  
والوضوح . وقد أعطاها بأريحية لآينشتين ، وبدونها ما كان  
له أن يجتاز الامتحان . وتخرج عام ١٩٠٠ .

وفرت ملاحظات جروسمان قدرا من الحرية لآينشتين  
لمتابعة دراسته الخاصة ، ومن بين المجالات التى تمكن فيها  
ما يسمى بنظرية « ماكسويل » للكهر ومغناطيسية . وهى  
نظرية هامة لم تتعرض لها للأسف محاضرات هينريش فيبر .  
تذكروا هذا الاسم جيدا « ماكسويل » ، فهو من الأسماء  
المجورية فى قصتنا .

عاش آينشتين فى زيورخ مقتصدا ، ولم يكن ذلك لعدم  
كفاية موارده ، فهو منذ البداية استطاع توفير مقدار الخمس  
منها ، مما مكنه من دفع رسوم الحصول على الجنسية  
السويسرية . فقد استطاع بمساعدة والده أن يقدم طلبه  
للحصول عليها فى أكتوبر عام ١٨٩٩ . وبعد صفويات  
ببروقراطية هائلة أصبح مواطنا من مدينة زيورخ . ومن  
رعايا مقاطعة زيورخ بسويسرا فى فبراير عام ١٩٠١ .  
وقد احتفظ بهذه الجنسية رغم كل التقلبات فى حياته .

لم تكن سنوات المهد العالى الأربع كلها سارة . وكنا  
كتب فى « لمحات السيرة الذاتية » : « كان على المرء أن يحشو  
ذمائه بكل هذا من أجل الامتحان ، شام أم أبى . وكان لهذا

القهر تأثير منفرد على لدرجة أننى وجدت نفسى بعد الانتهاء من اجتياز الامتحان الأخير ، عازفا عن البحث فى أية مسائل علمية طيلة عام كامل » .

اعتبت التخرج أوقات عصيبة وارتبكت الأمور ، وفقدت العلوم التى يعشقها سحرها . وباعدت صراحتة الرائدة وفقد ثقته فى السلطة بينه وبين مدرسيه ومن بينهم هينريش فيبر الذى كان ينفر منه بشكل خاص ، وهو نفسه الذى شجع قبل خمس سنوات ، بمبادرة كريمة ، ذلك الشاب الذى رسب فى اختبار القبول بالجامعة ، ومنذئذ تدهورت العلاقة فيما بينهما . وفى إحدى المناسبات خاطب آينشتين بسخط ، له ما يبرره ، قائلا : « أنت شاب ذكى ، لكنك لديك خطأ واحدا . أنت لا تستمع لأحد » .

بنهاية الدراسة انقطع الراتب الشهري لآينشتين وتعين عليه البحث الجاد عن عمل . كان آنذاك فى الحادية والعشرين وعندما حاول الحصول على وظيفة فى الجامعة لم يوفق . وكتب عام ١٩٠١ قائلا : « يقولون اننى لست على وئام مع أى من أساتذتى السابقين . وقد كان من الممكن أن أجد وظيفة منذ وقت طويل كمعيد فى الجامعة لولا أن تدخل خذى فيبر » .

واستطاع آينشتين أن يكسب عيشه بالقيام بأعمال مؤقتة كإداء الحسابات والتدريس فى المدارس والدروس الخصوصية . وهذا أيضا تسببت امتقلايته وبمده عن الدنيا فى العديد من المشاكل . وعاد اليه تدريجيا حبه للعلم . وبينما كان يمارس التدريس الخاص فى زيورخ كتب مقالة بحثية عن « الخاصية الشعرية Capillarity » ، نشرت عام



١٩٠١ في الجريدة العلمية الهامة « حوليات الفيزياء  
«Annalen der Physik» - وقد استبعد أينشتاين فيما بعد هذه  
المقالة واعتبرها « بلا قيمة » - ولكنه كان يقيمها حينذاك  
بمقاييس غير عادية .

كان أينشتاين الشاب يعلق آمالا كبيرا على هذا البحث عن  
« الخاصية الشعرية » - وفي ألمانيا ، خاصة في تلك الفترة ،  
كان أساتذة الجامعة شخصيات تتمتع بالاكبار والاحلال  
لا يقترب العامة منهم ، وهم بدورهم وباحساسهم بالتميز  
والنفوذ ، كانوا متمجرفين - وتطلب الأمر كل شجاعة أينشتاين  
ليكتب الرسالة التالية لعالم الكيمياء والطبيعة العظيم الكبير  
« فيلهلم أوستفالد Wilhelm Ostwald » الأستاذ في جامعة  
Leipzig والذي حصل فيما بعد على جائزة نوبل :

« حيث ان اعجابي بكتابك عن الكيمياء العامة دفعني  
لكتابة المقالة المرفقة عن ( الخاصية الشعرية ) ، فأننى أسمح  
لنفسى بإرسال هذه النسخة منها - وبهذه المناسبة أجدنى  
أغامر بالسؤال عما اذا كان لديك عمل لفيزيقي رياضى على  
دراية بطرق القياس المعيارية - وقد تجرأت اذ سمحت لنفسى  
بهذا الطلب لأننى بلا موارد ، ومثل هذه الوظيفة فقط يمكن  
أن توفر لى الفرصة فى المزيد من التعلم » .

تم ارسال هذا الخطاب بتاريخ ١٩ مارس ١٩٠١ .  
وبمرور الأيام بلا رد ، جفت آمال أينشتاين - وفى ٣ أبريل  
الحق برسائلته كارتا بريديا ، عبر فيه عن أهمية هذا الطلب  
له ، وأضاف متسائلا ، كندريمة ، عما إذا كان قد ضمن  
رسائلته السابقة عنوانه فى ميلانو ، وهو ما كان مكتوبا  
بالفعل :

لم يأت رد أيضا . وفى ١٧ أبريل حاول فى اتجاه آخر ، فكتب مذكرة موجزة للأستاذ هايكى كامرلينج أوتنر Heike Kammerlinge-Onnes فى لايدن Leiden بهولندا ، وأرفق بها أيضا مقالته عن الخاصية الشعرية التى كانت فى ذلك الوقت انجازه الوحيد . ولم تأت هذه المحاولة بأية نتيجة . وفى تلك الأثناء وقعت حادثة مؤثرة فى حياته ، ولم يكن يعلم بها ، وهى تكشف عن حب أبيه له وأيضا آمال البرث وأحباطاته خلال تلك الفترة المصيبة . وفى ١٣ أبريل عام ١٩٠١ ما كان من التاجر المفلس هيرمان آينشتين خلال مرضه ، وهو البعيد عن المجتمع الأكاديمى ، إلا أن أخذ على عاتقه كتابة الرسالة التالية للبروفيسور أوستفالد :

« أرجو أن تسمح أبأ إذا ما تجرأ على الكتابة لك من أجل ابنة . أود أولا أن أذكر أن ابنى البرت آينشتين البالغ من العمر ٢٢ عاما ، قد درس لأربع سنوات فى معهد زيورخ للبوليتكنيك ، واجتاز امتحانات الدبلوم بدرجات عالية فى الرياضيات والطبيعة . وهو يحاول منذ ذلك الحين ، بلا جدوى ، الحصول على وظيفة « مساعد بحثى » يمكن أن تعينه على مواصلة الدراسة فى الفيزياء النظرية والعلمية . وقد أثنى المتخصصون على موهبته . وعلى أية حال ، فأنى أؤكد لك أنه مثابر ومجتهد بشكل كبير ويريد بالعلم حب بالغ .

ان ابنى يشعر بتماسة هائلة حيال تعطله الراهن ، وتتسلط عليه فكرة أنه فاشل فى مستقبله العلمى ولن يجد طريقه أبدا . وعلاوة على ذلك فهو يشعر بالأحباط بإحساسه أنه عيب علينا بمواردنا المحدودة .

ولأن ابنى ، يا أستاذى العزيز ، يقدر ويحب شخصكم من بين كل علماء الفيزياء البارزين فى عصرنا الحالى ، فأنى

اسمح لنفسى أن أناشدكم قراءة هذه المقالة المنشورة بالجريدة ،  
أملا أن تكتب له بضعة سطور تشجيعا له ، كى يستعيد رضاه  
بحياته وعمله .

اضافة لذلك ، فان أمكنتك أن تحصل له على وظيفة  
كمساعد حاليا أو فى الخريف فسيكون عرفانى وشكرى  
بلا حدود .

أطمح أن تفقر لى جراتى بإرسال هذا المكتوب . وأضيف  
أن ابنى لا علم لديه بهذه الخطوة غير المعتادة من جانبى » .

ولا نعلم ان كان هذا قد جعل البروفيسور يرد على  
الرسالة ، لكه المعلوم أن أينشتين لم يتسلم الوظيفة . وبذلك  
زرت بذرة مفارقة كبرى .

فخلال أيام عام ١٩٠١ الكثيرة وجد أينشتين عزاءه  
وملاذه فى الموسيقى . والأهم من ذلك أن الأفكار والتصورات  
العلمية تزاхمت على ذهنه . ورغم تزايد قدراته الذهنية  
الا أنه أحس بنفسه غريقا بلا حول ولا قوة فى عالم لا مكان  
له فيه . لكه النجدة كانت فى الطريق ، وجاءت فى وقتها  
المناسب ، ومرة أخرى كانت مع صديقه مارسيل جروسمان  
الذى كانت مذكراته الدقيقة عظيمة النفع خلال سنوات  
المعهد . لم يقدم جروسمان وظيفة المساعد لأينشتين ، فقد  
كان هو نفسه مجرد مشاعن ، لكنه حكى فى بدايات عام  
١٩٠١ بحرارة مع متاعب أينشتين وزكاه والد صديقه بقوة  
لدى صديقه فريدريك هالر Friedrich Haller مدير مكتب  
براءات الاختراع فى برن .

استدعى هالر آينشتين للمقابلة ، وسرعان ما تبين نقص المؤهلات الفنية اللازمة لديه . ولكن من خلال اللقاء الذي استمر لساعتين عصيبتين ، أدرك هالر أن لدى ذلك الشاب ما يفوق الأمور الفنية ، وتكونت لديه أسباب قوية للاعتقاد بإمكانه من نظرية ماكسويل ، وهو ما دفع هالر لمرض وظيفة مؤقتة في مكتب البرامات . ولأنه لم تكن هناك أماكن شاغرة ، ولأن القانون يفرض الاعلان عن الوظائف الخالية ، فقد كان ذلك يعني التأخير .

وخلال فترة الانتظار كان آينشتين يتمتع بشكل حرج على التعليم والتدريس الخاص . ومنذ مايو وحتى يوليو ١٩٠١ حصل على وظيفة مؤقتة كمدرس احتياطي للرياضيات في المدرسة الفنية في ونترثور Winterthur . وهناك أكمل مقالة بحثية عن الديناميكا الحرارية وقدمها لجامعة زيورخ توطئة للحصول على درجة الدكتوراه . وأجيزت المقالة أخيرا للنشر في مجلة « الطبيعة Nature » السنوية . ولكن الأستاذ كلاينر Kleiner رفضها كأطروحة للدكتوراه .

في ١١ ديسمبر كانت نتيجة محاولته للحصول على الدكتوراه لم تزل غير معلومة ، عندما أعلن في الصحيفة الاتحادية عن وظيفة شاغرة بمكتب البرامات . وعلى الفور تقدم آينشتين للحصول عليها وكانت : مهندس من الفئة الثانية .

وفي فبراير ١٩٠٢ انتقل للعيش في برن متكسبا بكل طاقته بالتدريس الخاص . وفي ١٤ مارس أصبح في الثالثة والعشرين وبحلول الربيع استمر في ذلك العمل . وبمجرد مرور أبريل ومايو ويونيو وأخيرا في ٢٣ يونيو ١٩٠٢ ،

مع قدوم الصيف ، بدأ آينشتين العمل في مكتب الابتكارات السويسري ، كخبير فني من الطبقة الثالثة تحت الاختبار ، براتب سنوي متواضع قدره ٣٥٠٠ فرنك .

أخيرا أصبحت له وظيفة ثابتة ، وسرعان ما برع فيها . وكان سعيدا بتحرره من المناخ الأكاديمي المدائي الذي سبب له الكثير من المعاناة النفسية . ومن خلال معونة صديقه جروسمان وجد المأوى الذي يمكنه من العمل خلال أوقات فراغه في صفاء وبحماس متزايد على أفكاره المتنامية . وفي هذا المأوى غير المتوقع فضجت عبقريته .

وفي عامه الأخير كتب عن تزكية جروسمان له لدى هالر في مكتب البراءات : « كأعظم ما فعله من أجلى صديق » . لن يختفى الرجل من قصتنا ، بل على النقيض ، فقد تداخلت مصائر الرجلين بشكل يصعب تصديقه . وسنرى أن جروسمان سيفضل المزيد من أجل آينشتين . وعندما توفي بعد مرض طويل عضال كتب آينشتين خطاب عزاء مؤثرا ، عبر فيه عننا بمنزلة جروسمان بالنسبة له :

« تعاونني ذكريات دراستنا في البوليتكنيك . هو الطالب المثالي وأنا الحالم غير المرتب . هو على أفضل علاقة بأساتذته يستوعب كل شيء بسهولة ، وأنا المتباعد غير الراضى وغير المحبوب . ولكننا كنا صديقين وكانت حواراتنا كل بضعة أسابيع حول أقداح القهوة الثلجة في المتروبول مع بين أجمل ذكرياتي . ثم انتهت الدراسة وأصبحت فجأة بعيدا عن الكل أواجه الحياة ولا أدرى وجهتي . ولكنه كان بجانبى ، ومع خلاله هو وأبيه تعرفت بعدها بسنوات على هالر في مكتب البراءات . هذا هو ما أنقذ حياتي ، لا أعني أنني كنت أموت بدونها (الوظيفة) ، ولكن لولاها لتجمد نموي الثقافي » .

## الفصل الثالث

### ارهاصات النبوغ

أصبح أينشتاين قابعاً في مكتب البراءات ، لذلك فلا داعي للعودة الى فترة الانتظار في برن . لم البحث في الماضي والمستقبل فيه الكثير ١٩٠٢ .

لم تكن فترة التدريس الخصوصي في برن تعيية أو فارغة كما نتصور . فقرابة عيد الفصح عام ١٩٠٢ ، وبحلول الربيع اطلع رجل روماني ، موريس سولوفين Morice Solovine ، على اعلان في إحدى صحف برن عن دروس خاصة في الفيزياء يقدمها المدعو « ألبرت أينشتاين » مقابل ثلاثة فرنكات للساعة الواحدة . كان سولوفين طالب فلسفة بجامعة برن وكانت له اهتمامات متنوعة . وذهب الرجل لزيارة أينشتاين وأوضح له أن سبب عدم رضاه عن الفلسفة أنها غير ملموسة ، وأنه يرغب في تعلم موضوع ملموس كالفيزياء . ومس ذلك وتراً خساساً لدى أينشتاين . تبع ذلك مناقشات حارة دامت قرابة الساعتين ، وعندما غادر الرجل زافقه أينشتاين وتواصل الحديث بينهما في الشارع لمدة نصف ساعة أخرى . وفي اليوم التالي التقى الرجلان في

الدرس الأول ، لكن مناقشات أمس امتدت لتحل محل  
الدرس . وفي اليوم الثالث عبر آينشتين عن أن هذه الحوارات  
مع سولوفين أكثر افادة من الدروس التي لا يرى ضرورة لها  
في الفيزياء . وعلى هذا الأساس تقابل الرجلان بانتظام .  
وسرعان ما انضم لهما كونراد هايبشت Konrad Habchit  
وهو طالب رياضيات صديق لآينشتين . وشكل الثلاثة فيما  
بينهم ما كانوا يسمونه بحب عميق : « الأكاديمية الأولمبية  
Olympia Academy » . وكما يتقابل الأصدقاء للعب  
الورق تقابل آينشتين ورفيقاه للتحاور في الفلسفة والفيزياء  
وفي بعض الحالات الأدب أو غيره مما يعن لثلاثتهم .

وكان آينشتين هو المحرك بشكل مكثف وصاحب . عادة  
ما كانت هذه اللقاءات في بيته تبدأ بمشاة بسيط وتمتد  
المناقشات الساخنة الحيوية حتى الليل مما يزعج الجيران .  
وكان الأصدقاء يقرءون سويا ويحللون أعمالا من الفلسفة  
والعلوم ، مما كان له عظيم الأثر على تطور أفكار آينشتين .  
وبتطورها حاول أن يجربها على أصدقائه . ورغم أنه ظل  
مبائلا للوحدة في الأساس ، فقد وجد هنا من هم على  
شاكلته . لقد جمعت الأكاديمية الأولمبية بين الجد والمتعة :

في نهاية المطاف أصبح هايبشت مدرسا ببلدته  
« شافهاوزن » التي درس فيها آينشتين لبعض الوقت . أما  
« سولوفين » الذي استقر في باريس ككاتب ومحبر ، فقد  
أصبح المترجم المفوض بترجمة كتب آينشتين للفرنسية . ولما  
كان هايبشت قد رحل من برن عام ١٩٠٤ وتبعه سولوفين بعد  
عام واحد ، فقد كان عمر الأكاديمية الفعلية قصيرا . ولكن  
الأصدقاء الثلاثة ظلوا على اتصال فيما بينهم واستمرت  
الأكاديمية حية في ذاكرتهم .

فى أكتوبر ١٩٠٢ توفى والد أينشتين . مات قبل أن يعرف ما أصبح عليه حال ابنه ، وسيطر على أينشتين احساس بالكآبة وظل يسأل نفسه تكرارا ، لم لم يمت هو نفسه بدلا من أبيه . ولازمه الاحساس العميق بالخسارة . وبالفعل فقد كتب مرة قائلا بأن موت أبيه كان أشد صدمة تعرض لها فى حياته .

لكن أينشتين وجد فى عمله الترياق والسلوان لأحزانه ، وأصبح ذهنه الآن يعج بالأفكار العلمية التى كان مشتغلا بها . قدر امكانه . ففى مكتب البرامات ، على سبيل المثال ، تعلم سريما كيف يؤدى واجباته بكفاءة ، مما أعطاه فرصة اقتناص أوقات ثمينة لأجراء حساباته المختلصة التى كان يخفيها أثما فى درج مجاور اذا سمع وقع أقدام تقترب . وبعد سنوات عديدة ، بعد أن أصبح عالمي الشهرة ظلت هذه الذكريات تؤرق ضميره .

وعندما تزوج أينشتين ميليفيا مارييس عام ١٩٠٣ . وكلنت من الروم الأرثوذكس ، كان هايشت وسولوفين هما شاهدى العقد . ورزق بابنه الأول « هانز ألبرت » عام ١٩٠٤ ، والثانى « ادوارد » عام ١٩١٠ . ولكن الزواج لم يكن سعيدا . ورغم ذلك ظل ألبرت وميليفيا صديقين بعد الطلاق .

فى عام ١٩٠٢ كان أينشتين قد أتم بحثه العلمى الثالث ونشر كسابقيه فى نفس المجلة العلمية . وفى يناير ١٩٠٣ كتب خطابا بالغ الأهمية لصديق أيام زيورخ ، ميشيل بيرسو ، الذى سبق ذكر زواجه من ابنة جوست وينتلى . وفى معرض ذكر بحثه العلمى الرابع يبين الخطاب لمحة عن المستويات



الرفيعة التي وضعها لنفسه : « يوم الاثنين الماضي سلمت التقرير بعد تغييرات وتعديلات عديدة - وقد أصبح العمل الآن كامل الوضوح شديد البساطة ، وأنا راض عنه تماما » . ويكشف الخطاب أيضا عن آمال أينشتين الأكاديمية في ذلك الوقت - ويبين أيضا حاجسه المستمر : « لقد قررت مؤخرا أن أصبح محاضرا خاصا اذا أمكننى ذلك - ومن ناحية أخرى لن أحصل على درجة الدكتوراه ، وهو مالا يفيدنى كثيرا - لقد تحول الأمر كله الى كوميديا مملة » .

قبلت المجلة البحث الرابع فى حينه ، وتلا ذلك البحث الخامس - وفى عام ١٩٠٤ يبدو أن بعض تطبيقات الابتكارات ، التى كان على أينشتين اختبارها ، قد تضمنت نماذج الآلات أبدية التشغيل ، ولكن عيوبها كانت صعبة الاكتشاف - لكن أينشتين كان يعلم جيدا أنها لم تكن لتعمل فى الأساس ؛ لأن أبحاثه الثالث والرابع والخامس ، تناولت الديناميكا الحرارية ، وهو علم قوى قائم على قانونين أو مبدئين يؤكدان أساسا استحالة بناء آلات أبدية التشغيل - ويشرح أكثر تقنية ، فان القانون الثانى للديناميكا الحرارية يركز على مفهوم أسامى هو « الأنتروبيا  $entropy$  » - ولحسن الحظ فان معناها لا يعنينى فى هذا المقام - ولكننا نشير فقط الى أن العالم التمساوى لودفيج بولتزمان Ludwig Boltzman - أعطاه تفسيراً مؤسسا على الاحتمالات ، وقد استخدم أينشتين هذا المفهوم باستاذية فيما بعد - كيف استطاع أن يكتسب استاذيته هذه فى المفاهيم الاحصائية للديناميكا الحرارية ؟ بأفضل طريقة ممكنة : الاستيعاب العميق ، فقد بدأ من أعمال بولتزمان الرائدة وكون لنفسه أفكارا تفصيلية كان الموضوع الرئيسى لأبحاثه الثالث والرابع والخامس - لم يكن يعلم فى

ذلك الوقت أنه ، وإن كان بمفهوم جديد ، قد غطى مجالات سبق أن عالجها بولتزمان ، ويعمل عليها وقتها بصورة ما عالم أمريكي هو ويلارد جيبس Willard Gibbs . وهو ما يبين لنا مدى ما بلغه أينشتين من خلال التعلم الذاتي ، لأن بولتزمان وجيبس كانا من عمالقصة عصره . والأكثر من ذلك أنه استطاع تخطيهما في تطوير أفكار احصائية معينة .

كانت هذه الأوراق الأولى لأينشتين مجرد بداية ووضع للأساس ، ولم تكتب في ظروف سهلة ، فقد كانت المكتبات العلمية المتاحة أمامه غير كافية بالمرة ، وأثناء عمله في هذه الأبحاث كان منهمكا في العمل في مراجعة المعايير في مكتب البراءات . وفي سبتمبر ١٩٠٤ تغير وضعه الوظيفي من « تحت الاختيار » إلى « دائم » .

وفي نفس الوقت ، وبالحاح من أينشتين ، قبل ميشل بيسو وظيفة في مكتب البراءات . كان بيسو مهندسا إيطاليا ، والأهم من موهبته وسعة معارفه كانت رغبته وكرمه . ولأن أفكار أينشتين كانت قد قاربت ذروتها المشهودة ، فلقد اعتاد أن يناقشها مع بيسو ليس فقط في المكتب وإنما أيضا في طريق العودة للمنزل . ولكونه ناقدا متعمقا فقد أعانه بيسو على شحن مفاهيمه . وظل طيلة الوقت ليس فقط مجرد المشجع دائم الحماسة ، وإنما كان الرفيق الذهني المثالي لتتقيح الأفكار في ذلك الوقت . لقد كان أينشتين المرفوض من الوسط الجامعي الأكاديمي محظوظا في أصدقائه الثلاثة : بيسو وهابيشث وسولوفين

في عام ١٩٠٥ تبلورت نظرية أينشتين كوردة بديعة ، وكان عاما رائعا يقع من تاريخ الفيزياء على قدم المساواة

مع العام ١٦٦٥/١٦٦٦ عندما أجبر السوياء الذى ضرب  
انجلترا جامعة كامبردج على اغلاق أبوابها ، مما أدى بنيوتن  
الشاب الى ترك الجامعة والعودة الى قريته « ولشترروب  
Woolshrope » ، حيث عمل سرا على تطوير علم حساب  
التفاضل والتكامل ، وتوصل الى اكتشافات هامة مع الضوم  
والألوان وأصبح على الطريق الذى أدى الى وضع قانون  
الجاذبية بعدها بسنوات .

وفى ربيع عام ١٩٠٥ كان أينشتين على معنويات عالية  
عندما كتب فى رقة معاتبا هايبشت على انقطاع اتصاله :  
« مالك أيها التمس ! لم ترسل لى أبحاثك ؟ ألا تعلم أنى أحد  
اثنين يمكن أن يقرأها باهتمام واستمتاع . وأعدك ، فى  
المقابل ، بأربعة أبحاث من جانبي .. الأول منها ..  
ثورى !! » .

\*\*\*

## الفصل الرابع

### اشراق فجر جديد

كان البحث الأول بالفعل ثوريا .. هل كان النظرية النسبية ؟ كلا .. فلم يحق وقتها بعد .. وما نوردته هنا هو جزء مما أسماه آينشتين فيما بعد « أعمال موسمية » . وسنبداً بجزء يبدو خفيفاً : « اذا قمنا بتسخين كتلة من الحديد ، فانها تسخن وتزداد سخونتها باستمرار التسخين ، ثم تبدأ بعدها فى التوهج . وبزيادة التسخين يصبح التوهج أكثر بريقاً ثم يتحول الى اللون البرتقالى ثم الأصفر وسريعا الى لون أبيض ذى زرقة باهتة . قد يبدو كل ذلك شيئا عاديا ، غير أنه ينطوى على شيء محير بحق ! »

كيف يمكن للعلماء وضع معادلة رياضية تصنف توهج الحديد فى درجات الحرارة المختلفة ؟ أحد الوسائل المتاحة أمامهم هو قياس التوهج ولونه ووضع النتائج فى رسوم بيانية ، بحثا عن علاقة رياضية واضحة تسترعى الانتباه . وبقرض امكان ذلك ، فهو ليس كافيا . انهم يرغبون فى استنباط معادلة رياضية مما يعرفونه بالفعل عن تغيرات الحرارة والضوء والمادة » .

ما الذى يعرفونه بالفعل ؟ هذا يتوقف على الحقيقة نفسها . ففى الجزء الأخير من القرن التاسع عشر كانوا يعرفون عددا من القواعد والمفاهيم المتداخلة بجمال وتعمل بشكل مرض للغاية . لكنها لم تأت بسهولة . وهناك الكثير مما يقال عنها . فلنقتطف بعضا منه عن أهم إنجازاتهم .

ولنأخذ الضوء على سبيل المثال . ففى القرن السابع عشر توصل نيوتن لنظرية عن الضوء والألوان ، أدت الى كل البيانات التجريبية البصرية المعروفة فى عصره . وقد تصور أن الضوء عبارة عن تيار من الجزيئات ، كل منها له نوعية من النبضات يتحدد اللون على أساس معدلها .

أما معاصره عالم الطبيعة الهولندى كرسطيان هايجنز Christian Hygens ، فقد كانت له نظرية مختلفة تماما . إن الضوء عنده لا ينتشر فى صورة تيار من الجزيئات ، وإنما على شكل موجات . ولأن نظرية نيوتن فى الجزيئات تفسر عدة ظواهر ، فقد كتب لها السيادة .

ولكن أتى القرن الجديد بأحداث هامة ، بداية من عام 1799 . فقد توصل عالم الطبيعة والطبيب البريطانى ، والذى أصبح فيما بعد عالم مصريات ، توماس يونج Thomas Young الى دلائل قوية لاقت قبولا واسما ، على صحة نظرية الموجات فى الضوء . وبدون التعرض للتفاصيل فإن الفكرة العامة تسترعى الانتباه . فقد بين أن تداخل حزمتين من الضوء يولد ظللا ، بمعنى أنه إذا سقط الضوء من مصدر صغير على شاشة ، واعتراض مساره حاجز ذو ثقبين دقيقين ، فإنه ينتج حزما متعاقبة من الضوء والظلام على الحاجز . كيف يمكن للضوء عندما يتداخل مع ضوء آخر أن ينتج حزما

من الظلام ؟ لم يكن هناك تفسير مناسب لذلك فى نظرية تيار الجزيئات • أما فى نظرية الموجات فلا تمثل المناطق المظلمة أية مشكلة ، لأنها هى البقع التى تتلاقى فيها قمة موجة مع قاع الموجة الأخرى ، فتتلاشيان • وقد أطلق يونج على ذلك ظاهرة « تداخل الموجات interference » ويطلق على حزم الضوء والظلام « حروز التداخل interference fringes » .

ومن الجدير بالذكر أن يونج دافع عن نظرية الموجات فى الضوء ، دون أن ينتظر التفسيرات الموجية لأى من التأثيرات الضوئية المعروفة • وكالمادة عندما تتمرض أفكار راسخة للتفنيد فقد تمرضت أعماله لهجوم قاس • ولكنه بعد اثنتى عشرة سنة وجد حليفا قويا فى عالم الفيزياء الفرنسى أوجستين فرسnel Angustin Fresnel ، الذى دافع بشكل مستقل عن نظرية التداخل واكتشف المزيد من الدلائل التى تهدم نظرية الجزيئات •

وتصاعدت الدلائل بسرعة ، حتى انه خلال عقد واحد أسقطت نظرية الجزيئات تماما • وكانت التجربة الفاصلة هى قياس سرعة الضوء فى الماء • وحسب قوانين نيوتن فان السرعة فى الماء أعلى منها فى الهواء بينما تنص نظرية الموجات على العكس • وقد أظهرت التجارب أنها بالفعل أقل •

لم ينته الأمر عند هذا الحد • فقد جاء المزيد من التأكيد على نظرية الضوء من مصدر غير متوقع • ففى عام ١٨١٩ اكتشف عالم الفيزياء الدنماركى هانز كريستيان أورستيد Hans Christian Orsted العلاقة الخاصة بين الكهرباء والمغناطيسية ، وبين أن مرور تيار كهربى فى سلك يؤثر على ابرة مغناطيسية • وقد استطاع العالم الفرنسى أندريه

مارى آمبير Andre Marie Ampère تحليل ذلك التأثير رياضيا وتجريبيا ببراعة وتفصيل ، حتى انه اعتبر « نيوتن الكهرومغناطيسية » .

فى نفس الوقت تمكن المجرى الانجليزى مايكل فاراداي Michael Faraday من تحقيق اكتشافات عملية بارزة فى الكهرباء والمغناطيسية . ولكونه ذاتى التعليم الى حد بعيد ويفتقر الى التمكن من الرياضيات ، لم يستطع تفسير هذه النتائج كما فعل آمبير . وكان ذلك من حسن الطالع ، فقد أدى الى ثورة فى العلوم . فقد ركز آمبير ورفاقه على الأشياء المنظورة ، المغناطيسات ، الأسلاك التى تحمل تيارا كهربيا ، وما الى ذلك . وكذلك على عدد السنتيمترات التى تفصل بين أجزائها . وكانوا يسبرون على هدى من مفاهيم الحركة التى تطورت خلال سنوات من النجاح الساحق لنظام نيوتن فى الميكانيكا وقانون الجاذبية . ولكن فاراداي اعتبر تلك الأشياء المنظورة ثانوية . أما الأحداث الفيزيائية الهامة فهى تقع فى المحيط أى « المجال » . وقد تخيل أنه مليء بقرون استشمار تبين حركاتها التأثيرات الالكترومغناطيسية الملاحظة . ورغم أنه استطاع بهذه الطريقة أن يفسر تجاربه الالكترومغناطيسية ببساطة مذهشة ودقة عالية ، الا أن الفيزيائيين الذين كانوا على دراية بالرياضيات اعتبروا أن هذه المفاهيم ساذجة رياضيا .

ولكن أحد القلائل الذيق لم يفلوا ذلك كان الفيزيائى الاسكتلندى جيمس كلارك ماكسويل James Clark Maxwell . وقد أدرك ماكسويل أن مفاهيم المجال لفاراداي ، والتى تبدو بدائية ، لها مضمون رياضى قوى . وقد وثق ضمينا فى حدس

فأراداى ، وكان حدسه هو أيضا قويا . يتنفس البرجة • وقد  
أوصله لعدة معادلات غاية فى التناسق والجمال • ونتيجة  
لهذا التماثل توصل الى وجوب وجود الموجات  
الكهرومغناطيسية ، وأن هذه الموجات تنتقل بسرعة الضوء ،  
وأن لها ، من بين خصائص أخرى ، كل الصفات التى أعطاهما  
يونيغ وفرسنيل لموجاتهما الضوئية لتصلح للتجربة العملية •  
لذلك ، فقد أعلن أن الموجات الضوئية وتلك الكهرومغناطيسية  
هما شيء واحد •

كان ذلك فى الأعوام ١٨٦١ - ١٨٦٤ ، الا أن نظرية  
ماكسويل فشلت ، رغم أنها لقيت تجاوبا واسعا ، فى اكتساب  
القبول العام خلال حياته ، وذلك بسبب مفاهيم التماثل التى  
أثارت السداجة الفيزيائية • وتوفى عام ١٨٧٩ ، نفس  
العام الذى ولد فيه أينشتين • ولم تتأكد نظريته الا عام  
١٨٨٨ • فى ذلك العام تمكن العالم الألمانى هينريش هيرتز  
Heinrich Hertz من توليد ما تسميه الآن موجات الراديو  
واكتشافها كهرومغناطيسيا ، وبين بتفاصيل لا تقبل الجدل  
أن خصائصها كما تنبأ ماكسويل • وبهذا ثبتت معادلات  
ماكسويل أخيرا • وبمدها بمقام أو اثنين قال هيرتز : « ان  
نظرية الموجات فى الضوء من وجهة النظر البشرية هى  
حتمية » • فموجات الضوء ما هى الا موجات الكهرومغناطيسية  
ذات ذبذبات أو تردد واقع فى نطاق ضيق ، وتعتمد الألوان  
على هذه الترددات • وخارج هذا النطاق الضيق من الترددات  
لا يكون الاشتناح الكهرومغناطيسى مرئيا بشكل مباشر • فى  
الترددات العالية تكون ما يعرف بتسوق البنفسجية ، وفى  
الترددات المنخفضة هناك أشعة X وأشعة جاما • أما فى



المستويات الأقل من الترددات فهناك الاشعة تحت الحمراء والاشعاعات الحرارية وعلى المستوى الأقل موجات الراديو .  
وهذه صورة هامة من التوحيد . فالاشعاعات المتناقرة المتباعدة عند ارتباطها معا تعتبر أعضاء من عائلة كبيرة من الظواهر الكهرومغناطيسية ، وهى تتصل بعلاقة قرابة مع مغناطيسية ابرة البوصلة التى استرعت انتباه أينشتين فى سن الخامسة .

يكفى هذا القدر من الضوء والمغناطيسية فى الوقت الحالى . والآن ماذا عن الحرارة ؟ لقد تحدثنا عنها توا ، ولكن كان الحديث عن الحرارة فى صورة اشعاع . وللحديد المتوهج حرارة داخلية أيضا ينظر اليها حاليا كذبذبات مجهرية داخلية ، وهى بالاضافة للاشعاعات ، أحد الأشكال العديدة للطاقة .

قصة الحرارة وتطور علم الديناميكا الحرارية طويلة ومعقدة ولق نتمرض لقدر كبير منها . وهذا ظلم للمجددين ذوى الجراءة الذين وضعوا الأساس لهذا العلم برغم المعارضة القوية من الفيزيائيين . ولكن كتابنا هو عن أينشتين ، وهو يقف فى انتظار دوره للدخول ، والذي لم يحن بعد . باختصار ، وضع المنظرون خاصة ماكسويل وبولتزمان نظرية للغازات ، تتكون من جزيئات متصادمة فى حركة فوضوية وان طاقة هذه الحركة ، كشأن طاقة الذبذبات الداخلية للسواد المصلبة هى حرارة . والآن ، فلنقف الى العام ١٩٠٠ لنحدث بما حفظ أوراق أينشتين الأولى الشهيرة عام ١٩٠٥ .

وفى برلين فى اكتوبر عام ١٩٠٥ سيمع الفيزيائي الألماني البارز ماكس بلانك Max Blank أخباراً مزعجة .

وكان كالعديد من يحاول تفسير توهج الجسم الأسود الساخن، وهو صورة مثالية للحديد الساخن - وقد عاون في السنوات التي سبقت ذلك على استنباط معادلة من المبادئ الفيزيائية، تبين القدر الموجود من كل لون في توهج الحديد ، أو بمعنى أكثر فنية ، كم من الطاقة الكلية للاشعاع ينتمي لكل ذبذبة . وأول من توصل لمعادلة الاشعاع في «الأجسام السوداء» كان العالم الألماني الفيزيائي فيلهيلم فين Wilhelm Wien ، والذي حصل على جائزة نوبل عام ١٩١١ . وقد اجتازت هذه المعادلة التجارب العملية ، ولكن رجال المعامل أبلغوا بلانك بأنها تصلح للذبذبات المنخفضة وغير قابلة للتطبيق في الذبذبات الأعلى من حد معين - ما العمل ؟ استطاع بلانك من خلال المناورة الرياضية البارعة إيجاد معادلة جديدة لاشعاع الأجسام السوداء - وقد صمدت هذه النظرية للتجارب العملية حتى الآن .

ولأنه توصل للمعادلة بحيلة رياضية ، وجد بلانك نفسه أمام مهمة التوصل لها من خلال مبادئ الفيزياء . وكانت الأسابيع التالية ، حسب قوله في خطاب قبول جائزة نوبل التي حصل عليها بعد ثمانية عشر عاما ، الأشد اجهادا في حياته كلها . وبحلول ديسمبر كان لديه الحل . ولكن لنر إذا ما كان حلا جادا - لنفرض أن بلانك قال ، وبكل جدية ، ان الأراجيح يمكنها أن تتأرجح في أقواس محددة الطول ، ٣ أقدام أو مضاعفاتها ، أما الأطوال الأخرى ،  $\frac{1}{4}$  أقدام ،  $\frac{3}{4}$  أقدام ، فمحظورة - سنقول ان هذا هراء بالتأكيد . الا أن ذلك ، على المستوى المجهرى ، كان جزءا مما تبين على بلانك افتراضه من أجل التوصل لاستنباط المعادلة - بمعنى آخر ، كان عليه أن يفترض أن هذه الترددات المجهرية لا تغير الطاقة

بسلامة ونمومة ، ولكن بدفقات من كميات خفية وهو ما أسماه « الكوانتا *quanta* » أو « الكم » - وكان عليه أيضا أن يفترض أن النسبة بين الطاقة والتردد ثابتة ، وقد أسماها « *h* » وتسمى الآن « ثابت بلانك » ، وأصبحت افتراضاته الكمية علامات غير مسبوقة في تاريخ العلوم .  
لقد غيرت الفيزياء .

ولكن علينا ألا نترك النظرة الداخلية تسيطر على رؤيتنا . في عام ١٩٠٠ لم يكن بلانك راضيا عن افتراضات الكم والتي وصفها فيما بعد بأنها « تصرف يائس » . ورغم المأخذ على العمل إلا أنه قدمها في ١٤ ديسمبر عام ١٩٠٠ للجمعية الفيزيائية الألمانية في محاضرة طُبعت فيما بعد ، وأرسل نسخة مطورة منها إلى « حوليات الفيزياء » ، حيث نشرت عام ١٩٠١ ولكنها قوبلت بصمت مذهب . وقد حاول بلانك في السنوات التالية بلانجاح استنباط معادلة خاصة بالأشعاع بوسائل غير معتادة . لم يحاول التخلص من « *h* » لأن هذا الجزم تحديدا كان لا بد منه وجوده . بل إنه بالفعل كان موجودا بصورة ضمنية في معادلة « فين » المعيبة .

منذ أواخر عام ١٩٠٠ وحتى عام ١٩٠٥ ، ظل مفهوم الكم عاطلا ، فلم يكن في العالم كله في تلك السنوات إلا رجل واحد يمكنه أن يجرؤ على الإيمان بها . وكان ذلك الرجل هو أينشتاين الذي أدرك بسرعة أهمية أعمال بلانك . وفي ١٧ مارس عام ١٩٠٥ بعد عيد ميلاده السادس والعشرين بثلاثة أيام أرسل لمجلة « حوليات الفيزياء » أول أبحاثه الأربعة التي كتب عنها لهايشت ، والتي قال عنها أنها « ثورية جدا » .

وتبدأ الورقة بملاحظة بالغة البساطة تنفذ مباشرة الى قلب المشكلة - فقد أشار الى وجود تناقض أساسي بين الطريقة التي ينظر بها المنظرون الفيزيائيون الى المادة ونظرتهم للاشعاع - فقد اعتبروا المادة مكونة من جزيئات ، ولكن نظريات ماكسويل لكونها نظريات مجال اعتبرت الاشعاع شيئاً سلساً ومستمرًا معاً ، لهذا تتصادم النظريات التقليدية ولا يمكن تحقيق الانسجام بينها بسهولة - واثبت آينشتين رياضياً أن التعارض بينهما حتمي لا بد منه .

ما الحل ؟ كان آينشتين مدركاً للانتصارات الضخمة التي حققتها نظرية الموجات الكهرومغناطيسية للضوء ، ولكنه كان يعلم أيضاً قصورها في بعض المواضع - لهذا اقترح بجرأة ، كفضضية للمعلم ، أن ينظر للضوء باعتباره مكوناً من جزيئات .

ولم يكن ذلك ضربة عشوائية من هاو ، فلم يكن آينشتين ليجرؤ أن يملأ مثل هذه الفكرة الجريئة بلا أسباب قوية . لتستعرضها ؛ لنرى على الأقل احساسه الفريزي يكل ما هو أساسي - لقد كان عليه أن يمضى بشجاعة وحذر معاً وسط هذه المتاهة ، معتمداً على ما يثق فيه من ركائز - وقد اعتمد على معادلة « فين » الممينة للأجسام السوداء ، والتي رآها تفي بالغرض - وبدون أن يلزم نفسه بأي ميكانيزم معين ، مثل ما اقترحه بلانك ، كان ذلك أسلم كثيراً - وقد نقل عن « فين » معادلة عن أنتروبييا الاشعاع ، وقام بمقابلتها بمعادلة « فين » عن الأجسام السوداء - وبين أن أنتروبييا الاشعاع تتخذ شكلاً رياضياً مطابقاً لشكل الغازات ، وبالتالي فهو مكون من الجزيئات - ثم بمقابلة معادلة بولتزمان الاحتمالية عن « الأنتروبييا » أظهر آينشتين أن نسبة الطاقة الى الذبذبة

للجزيئات الضوئية هي بالتحديد القيمة التي استخدمها  
بلانك في القفزات الكمية .

لنا أن نتصور ما كان يتمتع به أينشتاين من معارف  
فيزيائية عميقة وحس نافذ راسخ ، وهو ما مكنه من اختيار  
هذه الأساسيات فقط والتي أدت الى هذه النتائج العظيمة .  
كان على علم بالاعتراضات العديدة التي سيثيرها علماء  
الفيزياء على مقترحاته . ورغم ما سببته فرضيات بلانك من  
مشاكل فقد كان أينشتاين ينشر عدوى التصور الكمي الى  
الضوء نفسه . وقد فسر السلسلة التي بدت في معادلات  
ماكسويل بأنها خداع السرعة ، بالضغط كما تبدو صور  
العداء المتلاحقة في شريط سينمائي كمدو متصل . لكنه كان  
يعمل جيدا ، ولم يكن بإمكانه تفسير الموجات الماكسويلية  
التي أثبتتها هيرتز بصورة قاطعة ، أو التجربة العاسمة على  
سرعة الضوء في المساء ، أو ، اذا ما عدنا للمبادئ ، أدلة  
التداخل القوية المعارضة نظرية جزيئات نيوتن التي وضعها  
يونج وفرستل ، وبدأت قبل قرن تماما من ظهور فكرة بلانك  
الجوهرية .

وهناك توازن مدهش بين يونج وأينشتاين . فعندما  
استخدم يونج في البداية حجج التداخل - الضوء يلغى  
الضوء - في مواجهة نظرية الجزيئات السائدة ، كان يعرف  
أنه لا يعلم ما يمكنه عمله لمواجهة الصعوبات التي تواجه  
نظرية الموجات ، غير أن ذلك لم يثنه عنه غزمه لأنه أدرك أن  
نظرية نيوتن على الجزيئات كانت عرضة للنقد . وقد أثبتت  
التطورات اللاحقة جراته . وبعد قرن من الزمان ، وفي  
مواجهة نظرية الموجات المسيطرة ، ظل أينشتاين أيضا صامدا

أمامها لأنه مع ظهور الدلائل الجديدة ، أيقن أن ماكسويل  
أيضا معرض للنقد .

وهنا نحي آينشتين جانبا ، بصفة مؤقتة ، كل المشكلة  
التي تحوط « كوانتا » الضوء ليستطيع التركيز على المزايا  
الممكنة لفكرته . وبين أنها ليست مما يمكن الاستغفاف به ،  
خاصة في المواقع التي يتفاعل فيها الضوء مع المادة ، وهي  
مواطن ضعف نظرية ماكسويل . وبين أن في كوانتا الضوء  
تفسير أحد التأثيرات المعروفة والمتعلقة بمصاييح الفلورسنت .  
وفيها أيضا تفسير لأحد التأثيرات الملحوظة عند مرور الأشعة  
فوق البنفسجية خلال الغازات . والأكثر مع ذلك أنه طبق  
فكرته على انبعاث الالكترونات مع المعادن بواسطة الضوء ،  
وهي الظاهرة المعروفة بالتأثيرات الكهروضوئية .

وهذه الأخيرة على جانب كبير من الأهمية . فقبل ثلاث  
سنوات كانت هناك تجارب رائدة أجراها الفيزيائي الألماني  
فيليب لينارد Philipp Lenard عن التأثيرات الكهروضوئية ،  
وشدد على أن نتائج تجاربه تتعارض بشكل حاد مع ما هو  
متوقع على حسب أساسيات نظرية ماكسويل . على سبيل  
المثال فإن زيادة تردد موجات الضوء تزيد من طاقة  
الالكترونات المنبعثة ، وهي حقيقة لا تتوافق مع نظرية  
ماكسويل . وبين آينشتين أن كوانتا الضوء تفسر ببساطة  
شديدة تلك النتائج المعيرة التي توصل إليها لينارد . ولناخذ  
تأثير تغيير الذبذبة ، على سبيل المثال . ان سقوط الضوء على  
سطح معدني يعني سقوط كوانتا الضوء عليه ، وحيث ان  
نسبة الطاقة / الذبذبة ثابتة فكلما زادت الذبذبة ارتفعت  
الطاقة المختارة بها ، وزادت أيضا قوة الصدمة التي تحدثها

كوانتا الضوء عند ارتباطها بالالكترونات • ولا عجب عندئذ  
فى أن تزداد طاقة الالكترونات المنبعثة بزيادة تردد موجات  
الضوء • وأمكن أيضا تفسير التأثيرات المعيرة بنفس السهولة ،  
وتمكن آينشتين من استنباط معادلة كهروضوئية غاية فى  
البساطة ، فى الوقت الذى كانت فيه نظرية ماكسويل عاجزة  
تماما عن تقديم أية تفسيرات ، بل لقد تخطت النظرية  
الكهروضوئية ما كان معروفا من التجارب آنذاك •

تلك كانت باختصار فحوى بحث آينشتين ، ولنتختم هذا  
الفصل بالنظر لما يمد عام ١٩٠٥ •

لم يستقبل الفيزيائيون فكرة آينشتين بترحاب ، بل على  
العكس • فقد توصل بلانك وغيره من كبار الفيزيائيين  
بسهولة لاعتراضات هامة على مفهوم كوانتا الضوء ، ولحسن  
الحظ كان لدى آينشتين المزيد من أفكار ميكانيكا الكم •  
ولقيت نظرياته عن الحرارة الداخلية كطاقة حركية  
للمجزيئات المتصادمة من الغازات والذبذبات الداخلية للمواد  
الصلبة ، نجاحا كبيرا • ولكنها واجهت ، حتى فيما قبل عام  
١٩٠٠ ، مصاعب جمة كادت تودى بها • وأنقذها آينشتين  
فى عام ١٩٠٧ ، وأعلن أنه واثق من صحة فكرة بلانك وأنه  
يجب تطبيقها على كل أنواع الذبذبات الداخلية بلا استثناء •  
وبين كيف لميكانيكا الكم أن تقدم الحل لهذه المصاعب •  
وإزال ، بشكل خاص ، التناقضات التجريبية المرتبطة بحرارة  
الذبذبات الداخلية للمواد الصلبة ، واستنبط علاقات متشابهة  
تأكدت تجريبييا ومعمليا فيما بعد • وكنتيجة لأبحاث آينشتين  
فى الكوانتا بدأ الفيزيائيون فى الاعتداد بفكرة « بلانك »  
وبدءوا فى تطبيقها بنجاح جنباً الى جنب مع آينشتين • ولكن

«كوانثا» الضوء التي وضعها أينشتين لم تلق حماسا لديهم ، وحاول الاخصائيون اختبار معادلته الكهروضوئية . لكنه التجارب كانت صعبة ، وحتى أواخر عام ١٩١٣ لم تكن النتائج حاسمة . في ذلك العام قام بلانك ومجموعة متميزة من العلماء بكتابة تزكية هامة عن أينشتين ، ورغم أنهم تحدثوا عن انجازاته بمبارات فخمة ، إلا أنهم كانوا أسفين لفكرته عن كوانثا الضوء .

أما الأمريكي روبرت ميليكان Robert Millikan ، وبعد أن استطاع قياس الشحنة الكهربائية للإلكترون ، فقد كان يبحث عن مجالات جديدة يرتادها . وبحكم طبيعته كان يبحث عن مشكلة صعبة . وقرر البحث في التأثيرات الكهروضوئية ، وأنفق سنوات عسرا في العمل في هذه المهمة رغبة منه في اثبات أن نظرية أينشتين غير المعقولة لا تتفق مع التجارب . ولكنه لديهشته البالغة توصل الى توافق يديع . غير أنه عندما نشر النتائج النهائية في عام ١٩١٦ ظل غير قادر على قبول الفكرة الثورية لكوانثا الضوء . على أنه كان مع الواضح ضرورة أخذ نظرية كوانثا الضوء في الاعتبار ، رغم ما تثيره من مشاكل غير عادية . ان نظرية أينشتين القابع في مكتب الابتكارات عام ١٩٠٥ كان لها من وضوح الرؤية ما فاق بها كل معاصريه . وهو قد أعطى جزئ الضوء اسم «الفوتون» . ولكن ذلك لم يحدث إلا بعد بضعة وعشرين عاما من ظهور المسكرة . وقد حصل ميليكان على جائزة نوبل في عام ١٩٢٨ . وعندما حصل عليها أينشتين في عام ١٩٢١ كان عمله الوحيد الذي نص عليه صراحة في الاعلان هو اكتشافه لقانون التأثيرات الكهروضوئية .



مفارقة أخيرة • لقد اكتشف هنريش هيرتز التأثير  
الكهروضوئى خلال نفس التجارب التى أكدت توقعات  
ماكسويل ، وأدت الى قيام هيرتز بتأكيد نظرية الموجات فى  
الفضوء •

\*\*\*

## الفصل الخامس

### ضجيج حول النرة

« لن أحصل على الدكتوراه أبداً ٠٠٠ لقد مللت هذه الكوميديا » • كانت تلك كلمات أينشتين لبيسو عام ١٩٠٣ ، وهي تقفز للذاكرة حين نتحدث عن عام ١٩٠٥ •

مع بين الأبحاث الأربعة التي ذكرها أينشتين لهايشت ، فإن الثانية هي أقلها أهمية • ويبدو أنه أتمها بعد الأولى بأقل من شهر واحد ، ثم أرسلها لجامعة زيورخ كمشروع أطروحة لنيل الدكتوراه ، وقد رفضها البروفيسور كلاينر بحجة أنها موجزة أكثر مما ينبغي ، وهو نفسه الذي سبق أن رفض أطروحة أينشتين الأولى التي قدمها عام ١٩٠١ • وعلى الفور أعاد أينشتين تقديمها بإضافة جملة واحدة ، فقبلت ، وعليه حصل على الدكتوراه في ظل ظروف أدت إلى أن يظل أميناً لروح كلماته المريرة لبيسو • ولدينا ما يحمل على الاعتقاد بأنه فكر في الاقتراض من بيسو لطباعة الأطروحة • وتظهر الكلمات التالية بعد الغلاف الرسمي الذي يحمل عنوان الرسالة : « مهداة إلى صديقي الدكتور مارسيل جروسمان » • وللأسف ! ، فإن هذا الرمز للمرقان تعرض للحذف عند طبع الرسالة عام ١٩٠٦ في مجلة « حوليات الفيزياء » •

وأنت فكرة هذا البحث آينشتين وهو يشرب الشاي •  
نحن نعلم أننا إذا وضعنا قطعة من السكر في الماء ، فإنها  
تذوب وتتلاشى فيه ليصبح الشاي أكثر لزوجة • لكن من  
الصعب أن نحدد ما استطاع آينشتين أن يستنبطه من ذلك •  
ولننظر ما الذي استطاعت عبقريته استخلاصه من ذلك الملم  
المحلى •

كعادته ، اتجه نحو الأساليب • باعتبار أن الماء أحد  
الموائع اللاهيكليية ، وأن جزيئات السكر هي كرات صغيرة  
صلبة ، من هذا المثال البسيط استطاع إجراء حسابات لم تكن  
ممكنة من قبل ، وبعد جهد كبير توصل إلى معادلات تبين كيف  
تتلاشى الكرات ، وكيف أن وجودها يرفع من اللزوجة •

وهنا تأتي المفاجأة ، بتطبيق النظرية أوجد آينشتين  
معادلات التلاشى واللزوجة الفعلية للسوائل في الماء والسكر ،  
و أدخل هذه الأرقام في معادلاته • فماذا كانت النتيجة ؟ من  
ناحية توصل إلى ما وعد به في عنوان الرسالة « تحديد جديد  
لأحجام الجزيئات » وفي حالة السكر كانت حوالي عشرين من  
المليون من البوصة ، وهو ما كان بالنظر للظروف التي أجري  
فيها البحث ، دقيقا بدرجة كبيرة •

ولم يكن هذا كل شيء ، فقد قدر ما يسمى « عدد  
أفوجادرو Avogadro's number » ، وهو عدد جزيئات أي غاز  
في حجم معين تحت ظروف قياسية محددة •

وليس لنا أن نتصور أن آينشتين أول من توصل لهذه  
القيمة ، فقد كانت هناك بالفعل بعض التقديرات البارة ،  
مبنية على سبيل المثال على خواص الغازات ، ولكن لم يكن من  
بينها حتى حينه ما هو مبنى على خواص السوائل والمحاليل •

ولعدد أفوجادرو أهمية خاصة حيث يمكن عند معرفته التوصل مباشرة لمعلومات مثل كتلة الذرة ، وكان أول من أوجد قيمة موثوقا فيها لهذا الرقم الهام هو «ماكس بلانك» ، وقد وجدها فى موضع غير متوقع ، فى قياسات اشعاع الأجسام السوداء . فقد توصل لها فى بحثه عن « نظرية الكم » . وهو انجاز اعتبره كل من بلانك وآينشتين انجازا أساسيا .

ولكن ، كيف يمكن ايجاد قيمة كهذه من توهج الأجسام السوداء ؟ لا علاقة بين الموضوعين بالمرة .

من الصعب أن نصف مدى تداخل الفروع المختلفة للعلوم . ولنأخذ على سبيل المثال معادلة بولتزمان الاحتمالية عن الأنتروپيا . فلأنه قد بناها على أساس النظرية الجزيئية للغازات ، فهى تحوى رقما هاما يسمى « ثابت الغاز » وهو يظهر عند حساب كل صور الأنتروپيا ، سواء للغازات أو غيرها .

علينا أن نكتفى بهذه المجالة ، لكى نسرع الخطو للملاحظة اكتشافات آينشتين . ففى أقل من شهر واحد من تسليم ورقة ( السكر ) ، أرسل بحثه الثالث الى ذات المجلة ، وهو بحث شهير بحق .

تتحدث شقيقته « مايا » عن أيام خوال ، لتحكى عن سعادة آينشتين الصغير عندما يدخن غليوننا طويلا أهداه له والده . وتكتب أنه كان يحب مشاهدة سحب الدخان بأشكالها المجيبة ، ويدرس حركة جزيئات الدخان والعلاقة بينها .

ويبدو أن ذلك ما ألهم آينشتين البحث الثالث . ولننظر للخط العام للمسألة ، والخلاصة المفاجئة . للمرة الثانية

يدرس فكرة الكرات الصغيرة الصلبة في السوائل • ولكن  
السائل هذه المرة له هيكل جزيئى ، والكرات ضخمة نسبيا ،  
فى حجم الجسيمات الدقيقة للدخان ، مما يمكن رؤيته تحت  
الميكروسكوب •

وطبقا للنظرية ، فان الحرارة الداخلية هى طاقة الحركة ،  
وتكون جسيمات السائل فى حالة من الهياج التصادمى •  
وفى أبحاثه السابقة أعاد أينشتين احدى نتائج بولتزمان :  
تؤدى حالة التصادم فى خليط من المواد الى طاقة هياجية ،  
وفى المتوسط تتوزع هذه الطاقة على الجزيئات بالتساوى  
بصرف النظر عن كتلتها •

لم يقتصر الأمر على الجسيمات ؟ ففيما يتعلق باقتسام  
الطاقة اعتبر أينشتين أن الجزيء والجسيم متشابهان ، رغم  
أنهما بالطبع مختلفان ، فنحن نعلم مثلا أن كرة البيلياردو  
لا تتحرك بنفس سرعة كرة البنج بونج حتى تحصل على نفس  
طاقتها الحركية ، وبالمثل ، فان الجسيم سكون سرعته أدنى  
بكثير من سرعة الجزيء لنفس طاقة الحركة • ولكن حركة  
الجسيمات أبعد ما تكون عن البساطة • خذ مثلا جسيما فى  
حالة سكون ، محاطا بالجسيمات الأخرى من كل الجوانب •  
فلنا أن نتوقع أنه بسبب أن التصادمات متساوية حوله من  
كل الجهات ، فانها بذلك تكون فى حالة السكون تلك •  
ولكننا بذلك نتجاهل القوانين الاحتمالية ، وقد بين أينشتين  
أنه بسبب هذه الاحتمالات ، فان حركة السكون المشار اليها  
لا تكون خالصة ، بل تكون على هيئة تذبذب عشوائى يمكن  
رؤيته تحت المجهر •

وبسبب نقص البيانات ، لم يكن أينشتين متأكدا من أن  
هذه الحركة التى تنبأ بها هى نفسها ما يسمى « الحركة

البراونية « التي كان أول من لاحظها عالم النباتات الاسكتلندي روبرت براون ، ونسبت له ، عام ١٨٢٨ • ولكنه كان متأكدا أنه اذا ما صدقت النظرية الجزيئية للطاقة الحرارية ، فان مثل هذه الحركة لا بد لها من أن تحدث • ولم يكن يعرف أن عالم الطبيعة الفرنسي م • جوى M. Gouy قد توصل عام ١٨٨٨ الى أن الحركة البراونية هي بالفعل شكل مع أشكال الحرارة ، ولا أن عالم الطبيعة البولندي ماريان فون سمولوكوفسكي Marian von Smoluchowski ، توصل الى نفس النتيجة أيضا عام ١٩٠٦ •

وتعميق الحركة المشوائية تلك قياس سرعات الجسيمات بطريقة مباشرة ، فهل من وسيلة لوضع النظرية تحت اختبار كمي دقيق ؟ توصل أينشتين الى طريقة مبتكرة ، فقد بين أنه بعد مدة تتحول هذه الحركة الى حركة نزوح بكميات مختلفة ، وأن عملية النزوح هذه هي في الأساس عملية الذوبان والتلاشي التي درسها في حالة السكر والماء • وبمقارنة النتائج استطاع ايجاد المعادلة التي يبحث عنها ، وبواسطتها يمكن قياس قيمة متوسط النزوح ، وهو مرتبط بمعدلات التلاشي وكذلك بنظرية الجزيئات •

ولكن كفانا من التفاصيل ، لنقفز للنقطة الهامة ، اذا كانت النظرية صحيحة ، فان الحركة الاضطرابية للجسيمات تعتبر حرارة ، وعليه يجب أن تنطبق عليها قوانين الحرارة التي تحكم الحركة المشوائية للجزيئات ، أي أنها ستعرض نظرية الجزيئات عن الحرارة بمقياس يغطي في الواقع دليلا مرثيا على الافتراضات الجزيئية نفسها • ولم تثبت التجارب اللاحقة صعة معادلة أينشتين فقط ، بل من خلال ذلك أظهرت

أن كمية هامة تحكم الحركة البراونية لها نفس القيمة العددية لمثيلتها فى النظرية الجزيئية للغازات .

كان لذلك أهمية خاصة ، ولذا لنترك آينشتين يبين السبب من خلال « ملاحظات السيرة الذاتية » :

« كان هدفى الرئيسى . . . هو إيجاد حقائق تؤكد بقدر الامكان وجود الذرات ذات الحجم الدقيق المحدد . . . وقد أدى التأكيد المملى للقانون الاحصائى للحركة البراونية ، مرتبطا بتحديد بلانك للحجم الحقيقى للجزيئات من قانون الاشعاع الى اقناع المتشككين ، وكانوا كثيرين فى ذلك الوقت ، ( أوستفالد وماخ ) بحقيقة الذرة » .

وبذلك نصل الى ذروة الأحداث ، فبقبول فكرة الذرة ،، تنهى فصلنا . وما يلى هو مجرد تذييل : فباخ هو عالم الطبيعة النمساوى الذى كانت لآرائه فى مواضيع علمية أخرى تأثير بالغ على آينشتين ، فماذا عن المتشكك الثانى ؟ انه ويلهلم أوستفالد ، عالم الطبيعة والكيمياء الألمانى ، الذى كتب له والد آينشتين عام ١٩٠١ بلا جدوى ، ومن الأخبار السعيدة أن نسجل أنهما قد أصبحا صديقين يحمل كل واحد للآخر كل تقدير .

★★★

## الفصل السادس

### أوقات أفضل

فى المجلة العلمية « حوليات الفيزياء » عام ١٩٠٥ نجد عنوانا شهيرا «حول الديناميكا الكهربائية للأجسام المتحركة» ، وهو أيضا عنوان الورقة الأخيرة من الأوراق الأربع التى ذكرها أينشتين فى خطابه لهايبشت ، ومعها نصل أخيرا الى النسبية .

وقد ذكر أيضا فى خطابه أنها مجرد مسودة ، ولا عجب فى ذلك ، فالأحداث كانت متلاحقة بسرعة مذهلة ، فقد وصل البحث الأخير للمجلة بعد خمسة عشر أسبوعا فقط من الورقة « الثورية جدا » عن الطاقة الكمية للضوء ، وفيما بينهما أتم أينشتين أطروحة الدكتوراه وبحثه عن الحركة البراونية ، وكل ذلك أثناء عمله لوقت كامل فى مكتب براءات الاختراعات . فلا عجب أنه شعر بالاجهاد عند انتهائه من بحث النسبية .

أين أنا ؟ وكيف أتحرك ؟ هذه الأسئلة هى جذور النسبية . وهى تحمل الكثير من المفاجآت . ولنتخيل تأثير هذه الأسئلة على مشاعر الرجل البدائي حتى فى أحلامه : كوايبس عن ضياعه فى غابة وهروبه فى دعر على غير هدى



من أخطار غير منظورة ، ثم الارتياح عند الاستيقاظ ليجد نفسه داخل كهفه ، وقد وجد اجابة عن تلك الأسئلة .

ولكن الاجابة مبسطة بصورة مبالغ فيها . فماذا عن البشر الأكثر تحضرا ، والذين اعتقدوا فى كون فيه الأرض ثابتة ، تدور حولها كافة الأمور ، المادية منها والروحية ؟ لقد وجدوا هم أيضا اجابة مغالى فى تبسيطها . فقد نادى كل من كوبرنيكس وكبلر وجاليليو بأفكار منحرفة ، عن الأرض المتحركة ، ومن ثم فقد انبرى لهم رجال الكنيسة لقمع هذا التجديف ، ذلك أن الأرض المتحركة يهبط بقدرها الى مجرد كوكب منزو فى أرجاء الكون ، فأين المأمن اذن ؟ أين ذلك الكهف الأمان ؟ وكيف تكون الحركة ؟

لقد اعتقد البشر ولفترة طويلة ، ومن بينهم الميجلان ؟فلاطون وأرسطو ، أن السماوات تخضع لقوانين مختلفة عن تلك التى تسود الأرض ، ولهم فى ذلك أسباب وجيهة ، فالأجرام السماوية تتحرك بانتظام ، بينما الأجسام فوق الأرض مألها السقوط .

ولكن فى عام ١٦٨٧ أتم نيوتن كتابه « Principia » ، ومعناه « المبادئ » ، أعظم الكتب العلمية فى التاريخ ، وفيه ربط بين السماوات والأرض فى تكامل رائع ، التفاحة والقمر ، فكل الأشياء الأخرى فى العالم المادى تخضع لنفس القوانين البسيطة فى مسارها المعبد كجزء من آلة كونية هائلة .

كانت قوانين نيوتن موجزة وقليلة بشكل مدهش : ثلاثة قوانين للحركة ، وقانون للجاذب بين الأجسام . وخلال هذه القوانين تبرز للحركة والسكون ، الحركة والسكون بالنسبة لماذا ؟ بالتأكيد ليس بالنسبة للأرض المتحركة ، فقد

كان يضع قوانين للكون بأسره ، وليس للأرض فقط ، وقد أدرك بمبقريته أن القوانين التي تحكم الكون ، يجب أن تكون لها ملامح كونية \*

لقد تصور بجرأة فراغا مطلقا بلا حدود ولا خصائص ، وأعلن أنه غير قابل للحركة ، وتحدث عنه فيما بعد بأنه تابع من الله السرمدي . وأوجد أيضا فكرة الوقت المطلق ، وقال انه يسرى بشكل منتظم ، وأنه أيضا تابع من الوجود الالهي . ويفرض وجود الفراغ المطلق ، أمكن الحديث كونيا عن الثبات والحركة المطلقين ، ويفرض وجود الوقت المطلق ، أمكن بيان هل الحركة منتظمة أم لا . ومن الاثنين أمكن الرد على السؤال الكوني ، أين أنا ؟ وكيف أتحرك ؟

وإذا فكرنا مليا ، يمكن بسهولة أن نرى أن هذا نوع من الهراء . هل الفراغ المطلق الخالي من الخصائص يمكن اعتباره مقياسا قياسيا ، يحدد به الموضع والحركة ؟ أليست الساعة الخاصة بنظام ما ، حتى وإن كانت غير دقيقة ، تضبط الوقت لنظامها الخاص ؟ وكيف لا يكون سريان الوقت المطلق صحيحا بصفة مطلقة إذا لم يكن لدينا سواء كمقياس لمقارنة سريانه ؟

لا بأس ، فأساسيات العلم دائما تكون متاهات . ولم يكن نيوتن بالرجل الساذج ، فقد كان مدركا تماما لما يفعله ، وكان عليه أن يبدأ من نقطة ما ، وكانت قدرته على افتراضه للوقت والفراغ المطلقين عملا مبقريا فذا . صحيح أن عمله تعرض لنتقد عتيق وفوري من القس والفيلسوف الأيرلندي جورج بركلي George Berkeley ، والفيلسوف الألماني عالم الرياضيات جوتفريد ليبنيز Gottfried Leibniz إلا أن النجاح

هو أبلغ حجة كما يقال • ومن ثم فقد تلاشت تلك الانتقادات وسادت عقيدة الوقت والفراغ المطلقين بسبب الشهرة العلمية الدائمة لنيوتن ، حتى انهما أخذتا صفة البهديات العلمية • وبعد قرنين من الزمان ، أى فى القرن التاسع عشر تعرضت للنقد مرة أخرى من ماك ، ولكنها أيضا لم تسقط ، فقد كان نيوتن أستاذا فى البناء ، وقد بنى نظامه الميكانيكى ليدوم ويبقى •

ومن بين الاستنباطات الجديدة المستمدة من قوانينه التى أوردها مؤلفه العظيم ، نورد فيما يلى الخامس منها :

« حركة الأجسام داخل مركبة هى ذاتها سواء أكانت المركبة فى حالة السكون أم الحركة بسرعة منتظمة ، أى بسرعة ثابتة فى خط مستقيم » •

ويعنى ذلك ، وهو ما يتفق مع تجاربنا فى الحياة ، أنه داخل مركبة تسير بسرعة منتظمة ، لا تأثير لتلك الحركة على حركة الأجسام داخلها ، بمعنى أننا فى الحركة المنتظمة لا نستطيع تحديد حالتنا مع حيث السكون أو التحرك •

وليس هناك من يعارض أنه فى حالة سيارة متحركة ، فإن المناظر الخارجية المتحركة وتيار الهواء يكشفان عن حركة السيارة ، حتى ولو كانت منتظمة • ولكن نيوتن هنا يتحدث كونيا مع الثبات المطلق والحركة المطلقة بالنسبة لفراغ مطلق بلا خصائص • فلنتخيل أنفسنا فى مركبة مجهزة علميا تتحرك بسرعة منتظمة فى مكان ما من الفراغ المطلق ، وعلينا أن نجيب على التساؤل : « كيف نتحرك ؟ »

أول ما يتبادر الى الذهن هو أن نراقب العلامات على الطريق ، مثل القمر والنجوم • ولكن ما فائدتها لنا ؟ انها

مثل المناظر المتتابعة والتيار الهوائي المندفع ، تعطينا الحركة النسبية فقط (٢) ، والفكرة المثالية هي القيام بتجارب طبقا لقوانين الميكانيكا داخل السيارة ذاتها ، لقياس حركتها المطلقة . هنا يبدو مدلول الاستنباط الخامس لنيوتن ، والذي يقول اننا نضيع وقتنا هباء ، وأن التجربة مكتوب عليها الفشل ، وكل ما يمكن الكشف عنه هو الانحراف عن الحركة المنتظمة (٣) ؛ ولكن الحركة المنتظمة المطلقة لا يمكن قياسها بطرق فيزيقية .

وعليه فان التجربة والمبدأ لا يتفقان في نظرية نيوتن ، ففى الواقع العملى لا يمكن أن يكون الثبات والحركة المنتظمة مطلقين ، وهذا ما أعلنته قوانين نيوتن نفسها ، ومع ذلك فقد وضعا فى فراغ وزمن مطلقين .

دعنا لا نتوقف لنرى كيف تعامل نيوتن مع هذا الموقف المحير . ولكنه برفض نظرية جسيمات الضوء لنيوتن ، والنظر اليه كموجات ، تغير الموقف ، ذلك لأنه اذا كان الضوء ينتشر فى موجات ، فان الكون كله لابد وأن يكون مملوفاً بشيء ، أطلق عليه الأثير ، تسرى خلاله تلك الموجات ، ويتحرك بحرية مطلقة خلال المادة . وفيما عدا ما يحمله من تموجات ضوئية ، فهذا الأثير يمكن اعتباره فى حالة ثبات مطلق . ويعنى ذلك أنه بالرغم من الاستنتاج الخامس لنيوتن - والذي يطبق على الآلات الميكانيكية - فإنه باجراء تجارب ضوئية يمكن قياس الحركة بالنسبة للأثير ، ويمكن اعتبارها بالتالى حركة مطلقة .

---

(٢) لأنها هي ذاتها متحركة - ( المراجع )

(٣) بالانحراف المركبة عن الخط المستقيم ، أو بالتغير فى سرعتها - ( المراجع )

وبالفعل نشط رجال التجارب لقياس الحركة المطلقة للأرض منذ عام ١٨١٨ ، أو بمعنى أدق ، حركتها النسبية بالنسبة للأثير ، باستخدام الضوء . ولكن النتائج كانت غير متوقعة بالمرة ، فلم تظهر التجارب المبكرة أى أثر لمثل هذه الحركة ، أو لتيار الأثير .

وقام فرزنل بمحاولة ليعادل من أثر هذه النتائج السلبية ، بافتراض عبقرى مفاده أن بعضا من الأثير يظل مختزنا فى المادة ، مع تدفق البعض الآخر بحرية خلالها . ولكن هذه الفرضية تضمنت تناقضا صارخا ، اذ يتطلب كل لون مقدارا مختلفا من الأثير المحتبس ، وهو ما يجافى المنطق . ولكنه لا ينقص من عبقرية فرزنل ، بل على العكس يؤكدها . لأنه كما تبين فيما بعد ، لقد كان يتلمس طريقه بالحس نحو شيء ينتمى للنظرية النسبية ، وخارج النموذج النيوتونى .

نتحدث الآن عن المنظر الهولندى البارز ، هندريك أنطون لورينتس Hendrik Antoon Lorentz الحاصل على جائزة نوبل عام ١٩٠٢ ، والذي أدخل فى أواخر القرن الماضى تحسينات هامة عن النظرية الالكترومغناطيسية لماكسويل ، ومن خلال ذلك توصل الى معادلة فرزنل بلا تناقض داخلى ، ومع أثر ثابت بصورة مطلقة ، عدا ما يتخلله من تموجات كهرومغناطيسية .

وكان كل شيء مهيئا ليكون على ما يرام ، لو لم يقترح ماكسويل فى العام الأخير من حياته ، طريقة جديدة لقياس حركة الأرض خلال الأثير بوسائل ضوئية . وكان تنفيذها يتطلب دقة تفوق ما كان متاحا آنذاك ، ولكنها نظريا كانت

متفوقة على معادلة فرزنل ، والتي على أساسها تفشل كل  
الوسائل الضوئية الأقل دقة .

ولكن ماكسويل كان متشائما ، اذ لم يتوقع البراعة  
التجريبية لعالم الطبيعة الأمريكي الألماني ألبرت ميكلسون  
Albert Michelson ، والذي حصل على جائزة نوبل عام  
١٩٠٧ ، فهو قد استطاع باستخدام بارع لمظاهرة التداخل  
الموجي أن يجعل التجربة ممكنة في عام ١٨٨١ ، ثم أعادها  
بعد ذلك مع زميله مورلي El. W. Morley بدقة أكبر عام  
١٨٨٧ .

وتجربة ميكلسون - مورلي مشهورة تماما ، ولا تحتاج  
لشرح مفصل في هذا المقام . وهي تبحث عن تأثير حركة  
الأرض على سرعة الضوء . فإذا ما تحركت الأرض خلال الأثير  
الساكن ، وتدفقت رياح الأثير خلال المختبر ، وأرسل شعاع  
من الضوء في اتجاه تدفق الأثير وسقط على مرآة ثم ارتد  
متحركا ضد حركة الأثير ، فإن الحسابات تبين أن الفرق بين  
زمن رحلة الذهاب يزيد قليلا عن زمن العودة . ومن ذلك  
يمكن قياس سرعة الأرض خلال الأثير . ورغم التحسن  
المطرود في دقة التجربة ، فإن ميكلسون خاب أمله في اكتشاف  
الفرق ، ولذلك اعتبرها تجربة فاشلة ، وتحدث عنها بأسف  
عام ١٩٠٢ .

وباعتبارها محاولة لقياس الحركة المطلقة للأرض فقد  
كان الفشل هو المصير المؤكد لها ، ولكن في فشلها هذا  
يكن نجاحها الأكبر . وهذا ما أدركه القلائل القادرون على  
فهم مضمون نتيجتها . لقد افترض ميكلسون أن النتيجة تعني  
أن الأرض تحمل أثرا المحلي بالكامل معها . وقد برز العديد  
من الأسباب النظرية والعملية التي تنفي ذلك الفرض .

وظلت المشكلة مواجهة للعلماء ، اذا كان الأثير موجودا ،  
فلماذا لا يظهر أثره ؟

وقد توصل العالم الايرلندى فيتزجيرالد G. F. FitzGerald  
وفيما بعد بشكل مستقل لورينتز ، لتفسير ذلك ، بأن الأشياء  
تنقبض فى اتجاه حركتها خلال الأثير بالمقدار اللازم لمعادلة  
النتيجة السالبة للتجربة . وكلما زادت السرعة خلال الأثير ،  
زاد مقدار الانقباض المطلوب .

ولم يلق هذا التفسير التمسقى حماسا كبيرا لدى الكثير  
من العلماء ، ولم يكن عالم الرياضيات الفرنسى الكبير ،  
والمنظر وفيلسوف العلم ، هنرى بوانكاريه Henri Poincaré  
راضيا عن هذا الوضع ، فقد اعترض على هذه الطرائق  
التلفيقية فى التفسير ، تفسير فرزنل بالأثير المحتبس ، ثم  
تفسير فيتزجيرالد ولورنتز بالانقباض للأبعاد ، فماذا لو  
أظهرت التجارب الأكثر دقة مزيدا من النتائج غير المتوقعة ؟  
هل نستمر فى اضافة افتراضات أخرى توضح خصيصا  
لمواجهة الموقف الجديد ؟ وقام لورينتز ، مدفوعا بانتقادات  
بوانكاريه ، بمحاولة للتوفيق بين معادلات ماكسويل والنتائج  
غير المتوقعة لتجربة ميكلسون - مورلى ، وأيضا التجارب  
الأخرى التى أجريت ولم تكن متصورة بعد . وفى عام ١٩٠٤  
تمكن ، وبعد جهد كبير ، من حل المعضلة الرياضية . ولا تعنينا  
التفاصيل كثيرا هنا . لقد كانت المشكلة هى الحفاظ على  
معادلات ماكسويل بلا تغيير عند التحول من مركبة ساكنة  
فى الأثير الى أخرى متحركة بسرعة منتظمة بالنسبة له .  
ولتحقيق ذلك استخدم لورينتز ، من بين أشياء أخرى ،  
الأطوال المنكمشة . ولكنه لم ينجح تماما فى الحفاظ على  
معادلات ماكسويل ، فقد ظل عمله مشوبا بشائبة صغيرة .

فى نفس الوقت تقدم بوانكريه بملاحظات نفاذة • فعلى سبيل المثال ، فى عام ١٨٩٥ ، فى نفس الوقت الذى كان فيه آينشتين ذو الستة عشر ربيعا يتساءل عن الشكل الذى تكون فيه الموجة الضوئية اذا ما تحركنا معها بنفس السرعة ، تحدث بوانكريه فى شيء من التردد ، ومنذ ١٨٩٩ بثقة اكبر ، عما أسماه « مبادئ النسبية » • وقد قال نفس ما قاله الاستنباط الخامس لنيوتن : لا يمكن تحديد الثبات المطلق أو الحركة المنتظمة • وقد أدرك بوانكريه بدقة تنبئية مدهشة ، ومن خلال مفردات نظرية ماكسويل ، أن قوانين نيوتن لايد وأن تتغير بشكل جذرى • وبالفعل ، يجد المرم توقعات مدهشة لأفكار ونتائج النظرية النسبية ، متفرقة فى كتابات بوانكريه •

وفى يونيو من عام ١٩٠٥ ، متزامنا مع آينشتين ، أرسل بوانكريه ورقتين لمجلات علمية كل منهما بعنوان « حول ديناميكية الإلكترون » ، اعتمد فيهما تماما على بحث لورنتز عام ١٩٠٤ ، وكانت الورقة الأولى مذكرة قصيرة أزال ما علق بممله من شائبة ، والثانية تحتوى على تفاصيل رياضية لما قام به • ولم يكن آينشتين يعلم بالطبع بأبحاث بوانكريه التى لم تنشر بعد ، كما لم يكن على علم بأعمال لورنتز عام ١٩٠٤ • وبالفعل ، كانت طريقة آينشتين مختلفة تماما ، بالإضافة الى أنه حقق تحويل معادلات ماكسويل دونما أية شائبة •

يمكن أن نجد كل المعادلات الرياضية الأساسية لبحث عام ١٩٠٥ لآينشتين عن النسبية فى ورقة لورنتز لعام ١٩٠٤ ، وفى ورقتي بوانكريه ، وكلتاهاما تحمل تاريخ ١٩٠٥ ، رغم أن أحدهما ، وهى الأكثر أهمية ، لم تظهر



الا في عام ١٩٠٦ . وهذا التماثل بين هذه الأعمال أمر ليس مستغربا ، فالنسبية مرتبطة بشكل وثيق بمعادلات ماكسويل ورياضيات انتشار الموجات . ولقد توصل عالم الطبيعة الأيرلندي المولد جوزيف لارمور Joseph Larmor عام ١٨٩٨ الى التحويل الرياضى الذى هو أساس النسبية ، وهى المعادلة التى أسماها بوانكاريه « تحويل لورنتز » ، وقد توصل اليها بناء على معادلات ماكسويل ، كما توصل أيضا الى تحويل معادل العالم الألماني فولدمار فويجت Woldemar Voigt فى دراسة عن حركة الموجات عام ١٨٨٧ .

سيبوسوللأسف ! فلا بد أن نورد هذه التفاصيل ، لأن التماثلات الرياضية قد أدت ببعض الناس للاعتقاد بأن اسهام أينشتين كان هامشيا ، وهو ليس صحيحا بالتأكيد . ولكن من العدل أن نضيف بأن المرء يجد ضمن كتابات بوانكاريه الكثير من الأفكار ، وعند التعمق فيها يدعش المرء من اخفاقه فى اتخاذ الخطوة الهامة التى تؤدى به الى التوصل للنظرية النسبية التى كان قريبا منها للغاية .

بعد هذه المقدمة الطويلة نقبل على بحث أينشتين « حول الديناميكا الكهربية للأجسام المتحركة » . والتركيز هنا أمر مطلوب للغاية ، كما أنه لئ يكون بلا عائد مجز .

متأثرا بالحقائق الصارمة التى تأبى وجود آلات تتحرك الى المالا نهاية ، تطلع أينشتين لبدأ مقارن لهذه الاستحالة . ولكن المفتاح الحقيقى لنظرية النسبية جاء بشكل غير متوقع . فبعد سنوات من الحيرة ، استيقظ ذات يوم ، وجلس فى مريره ، وقد اكتملت الصورة فجأة فى ذهنه . لقد اتخذت الحلقة الأخيرة من اللغز مكانها بشكل طبيعى ، أعطته الثقة . ولكنة أيضا كان واثقا فى عمله

الرائد حول كوانتا الضوء ومفرداتها غير المتوقعة فيما كان يبدو لغزا محيرا ، ومع ذلك فقد أثار ما أثار من ضجة •

لا بد وأنه أدرك أنه يكتب لكل العصور ، ولكن يبدو أنه كان يدون حساباته على قصاصات من الورق ، يتخلص منها بعد أن يرسلها للمجلة العلمية ، أو قد يستخدمها لحسابات أخرى على الوجه الخلفي لها • ولهذا فإن الأصول لأعماله لم تعد موجودة ، ولكنها طبيعة الرجل •

تعرض الآن لمحتويات الورقة التي كتبها عام ١٩٢٥ حول ما أصبح يطلق عليه فيما بعد « النظرية النسبية الخاصة » • ونلاحظ أولا أن أينشتين لم يذكر بشكل صريح تجربة ميكلسون - مورلي ، فلم يكن محتاجا إليها في قضيته ، والأكثر من ذلك أنه يتجاهل اقتراحه الوارد في الورقة المعدة قبل أسابيع فقط بأن الضوء يتكون بشكل ما من « وحدات من الكوانتا » •

يبدأ البحث بملاحظة التماثل المتعلق بلب المسألة في تمييز نظرية ماكسويل بصورة تمسقية بين الثبات والحركة • فيورد أينشتين مثالا : عندما يمر مغناطيس وحلقة بجوار بعضهما البعض يسرى تيار كهربى فى الحلقة • فإذا كانت الحلقة هى المتحركة والمغناطيس ساكن ، تقدم النظرية تفسيرا ممتازا ، وإذا ما كان العكس ، تقدم أيضا تفسيرا ممتازا ، ولكن على أساس فيزيقى مختلف ، رغم أن التيارات المحموية هى نفسها •

وبإثارة الشكوك حول الثبات والحركة عند ماكسويل ، عززها أينشتين بإعلانه « فشل المحاولات لاكتشاف أية حركة للأرض بالنسبة للأثير » ، ولذا فقد وضع بديهية « الاستحالة » ،

والتي تنص على استحالة اجراء تجرية من أى نوع يمكن بها استشعار الثبات المطلق أو الحركة المنتظمة ، وأن الفرضية الخامسة لنيوطن سارية لكل مجالات الفيزياء ، فكل الظواهر تبين أن هذه الفرضية ، والتي يسميها آينشتين « مبدأ النسبية » مقنع تماما . ويسارع باضافة مبدأ ثان ، أهم ما يميزه أنه بدوره مقنع تماما ، ويهذين المبدأين المتواضعين يمهدها المسرح لانقلاب ثورى .

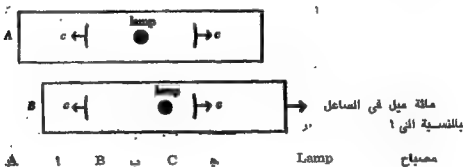
ينص المبدأ الثانى على أن الضوء ينتقل فى الفراغ الخالى بسرعة محددة «ح» ، لا تعتمد على سرعة مصدره . قد يبدو هذا القول غريبا ، ذلك لأنه اذا نظرنا الى الضوء باعتباره مكونا من جسيمات ، فمن الطبيعى أن نقول ان سرعاتها تعتمد على حركة مصدرها . ولكن من وجهة النظر الموجية للضوء ، فان هذا المبدأ يصبح تحصيل حاصل ، فبصرف النظر عن كيفية بدم الموجة ، فهي ما ان تنطلق حتى يحملها الاثير بالسرعة التى ينقلها بها الاثير . واذا كانت المسألة بهذا الوضوح ، فلم اعتبرها آينشتين مبدأ ؟ لأنه قال فى مقدمة البحث ان ادخال الاثير ليس ضروريا . رأيت مثل هذه الجسارة ؟ فهو لم يكده ينتهى من الاتجاه فى بحثه ( الثورى ) الى أن الضوء مكون من جسيمات ، اذا به يؤسس مبدأ الثانى على الطبيعة الموجية للضوء ، ومع ذلك يعلن أن الاثير ليس ضروريا . ونجد فى كل هذا اشارة واضحة على صدق حدسه الفيزيائى .

ان لدينا مبدأين غاية فى البساطة ، كل منهما له وجاهته ، ويحمل بذلك صورة البرامة ، لاعتماده على ما هو واضح ، فما وجه الخطورة فى ذلك ؟ وأين التهديد بالانقلاب الثورى ؟ .

يقول آينشتين فى بحثه ان المبدأين متناقضان ظاهريا .  
متناقضان ؟ أين يكمن التناقض ؟ وظاهريا ؟ ما الذى يدور  
بخلده حقا ؟

انتبه جيدا ، فالأمر يستحق ؛ ولكننا نحذر من البداية ،  
فمع امترسالنا مع منطق آينشتين ، سنجد أنفسنا نهر  
رؤوسنا موافقين ، وشيئا فشيئا يغالبننا النعاس لفرط  
وضوح وبساطة ما نسمع ، وحين لا نملك أنفسنا من  
التأؤب ، ستكون اللحظة الحاسمة قد حلت ، لأن جمال منطق  
آينشتين يكمن فى براءته الظاهرية .

لنتصور مركبتين متماثلتين ، مجهزتين تماما ، (أ) و(ب) ،  
فى حركة منتظمة كالشكل المبين ، وأنهما موجودتان فى  
الفضاء بعيدا عن أى مؤثرات خارجية ، ولهما حركة نسبية  
منتظمة ، لنقل انها ١٠٠٠٠ ميل فى الثانية مثلا . وانه  
يوجد مصباح فى منتصف كل مركبة - وعندما تتحاذى  
المركبتان تومض كل منهما للحظة ، مرسلتين ومضتين لليمين  
واليسار . ويبين الشكل هذه الومضات والمركبتين فى لحظة  
تالية ، وللسهولة فقد رسمنا المركبة ( أ ) كما لو كانت فى  
حالة ثبات .



وهنا يبرز سؤال ، فوفقا للمبدأ الثانى لاينشتين ، فان سرعات الومضات الضوئية لا تعتمد على حركة مصدرها ، ولهذا فمن الاهمية بمكان أن تظل هذه الومضات متحاذية كما هو مبين . ويقوم قائد المركبة ( أ ) بقياس سرعاتها الى اليمين واليسار لايجاد القيمة ( ح ) لكليهما . بينما يقوم قائد المركبة ( ب ) بنفس الشيء داخل مركبته . لدينا الآن مركبة ( ب ) تتحرك بسرعة ١٠٠٠٠ ميل فى الثانية بالنسبة للمركبة ( أ ) ، بينما تظل الومضات متحاذية ، والسؤال الآن ، ما هى القيم التى سيحصل عليها ( ب ) بالنسبة لنفسه ؟ بسبب حركته بالنسبة لـ ( أ ) ، فاننا نتوقع أنه سيحصل على قيمة ح + ١٠٠٠٠ بالنسبة للومضة المتجهة يسارا و ح - ١٠٠٠٠ بالنسبة للمتحركة يمينا .

واذا كان الأمر كذلك ، فان ذلك يتعارض مع المبدأ الأول لاينشتين ، كيف يكون ذلك ؟ لأن قائدى المركبتين يقومان بتجارب داخلية متماثلة ، ولأنهما فى حركة منتظمة ، فلا بد أن يحصلوا على نفس النتائج ، وبالتالي يجب أن يجد أن الومضتين سرعتهما هى ( ح ) . وفى الواقع ، مهما حاول أن يزيد قائد المركبة ( ب ) من سرعته للحاق بالومضة المنبعشة من ( أ ) ، فانه سيجدها تتباعد عنه بنفس السرعة ( ح ) . وتصبح محاولته أشبه بمحاولة الوصول للأفق ؛ كلما تحركت تجاهه زاد عنك ابتعادا ، وب نفس السرعة . فليس لجسم مادي أن يتحرك بأسرع من سرعة الضوء . وهذه النتيجة المذهلة كانت هى اجابة تساؤل آينشتين ذى الستة عشر ربيعا .

ولما كانت هذه النتيجة مذهلة ، فيمكن النظر اليها من زاوية أخرى ، ولو على الأقل لنقنع أنفسنا أنها تتفق مع

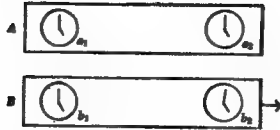
مبدأ آينشتاين • لنفرض أن قائد ( أ ) قد وجد سرعته  
الومضتين هي ( ح ) ، وأن قائد (ب) وجدتهما بالفعل  
ح + ١٠٠٠٠ و ح - ١٠٠٠٠ ، هنا يحق للأول أن يستنتج  
أنه في حالة سكون ، وللثاني أنه في حالة حركة منتظمة ،  
وهذا يناقض مبدأ النسبية •

عندما يجد الفرد العادى نفسه أمام مبدأين متعارضين ،  
فانه سرعان ما يحاول التخلي عن أحدهما ، ولكن آينشتاين قد  
اختار مبدأيه بدقة ، لكونهما يمثلان لب الموضوع ، واستطاع  
بجرائته أن يحافظ عليهما • فكون كل منهما مقنعا تماما ،  
يعطى نظريته أرضا راسخة ، ولم يكن ليقيم بنيانه على زمال  
متحركة •

يمكن أن نفهم الآن لماذا وصف آينشتاين المبدأين بأنهما  
متناقضان • ولكنه قال أيضا ان هذا التناقض ظاهرى ،  
بمعنى أنه سيقوم بالتوفيق بينهما ، فكيف ؟

هنا تأتي المرحلة الحرجة فى الجدول ••• ومن الواضح  
أن العلاج يجب أن يكون جذريا • ففي هذا الصباح التاريخي  
لمع ذلك الخاطر فى ذهنه ، وهو جالس على فراشه ، وهو أن  
علينا أن نتخلى عن احدى أفكارنا الراسخة عن الزمن •

ولتفهم فكرة آينشتاين الثورية حول الزمن علينا أن  
نعود للمركبتين ، ونكلف قائديهما بمهمة جديدة • سوف  
تثبت أربع ساعات ، س ١ ، س ٢ ، س ٣ ، س ٤ فى المركبتين  
كما هو مبين فى الشكل • وللسهولة نفترض أن المركبات  
طولها ملايين الأميال ، ليكون الحساب بالدقائق بدلا من  
أجزاء الثوانى •

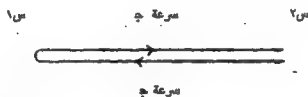


س ٦ b2 س ٣ b1 س ٢ a2 س ١ a1 ب س ١ B س ١ A

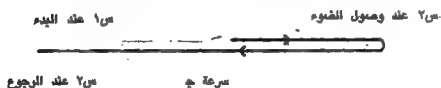
عشرة الاف ميل بالنسبة الى ١ 10,000 miles per second relative to A

ويرسل قائد ( ١ ) ومضة من س ١ الى س ٢ ، حيث ترد  
فورا الى س ١ ، ويتحرك الضوء من س ١ عندما كانت العقارب  
تشير الى منتصف النهار ، ويصل الى س ٢ ليجد الوقت ٣  
دقائق بعد منتصف النهار . لا نستطيع التأكد من كون  
الرحلة قد استغرقت ثلاث دقائق بالضبط ، فقد تكون احدى  
الساعتين غير مضبوطة بالنسبة للأخرى ، ومن ثم يجب أن  
نزامن بينهما . فكيف نفعل ذلك ، نفرض أن الضوء يرد الى  
س ١ وعقاربها تعلن أربع دقائق بعد منتصف النهار ، سنعلم  
على الفور أن الساعتين غير متزامنتين ، حيث ان زمن رحلة  
الذهاب ثلاث دقائق ، بينما زمن رحلة العودة دقيقة واحدة ،  
عندئذ نحرك عقارب الساعة س ٢ دقيقة واحدة للخلف ، فنجد  
أن الضوء قد استغرق دقيقتين في كل من رحلة الذهاب  
والعودة ، ونعلم أن الساعتين متزامنتان . وهنا اذا وقع حادث  
بالقرب من الساعة س ١ وهي تشير للرابعة والنصف مثلا ،  
ووقع حادث آخر بالقرب من الساعة س ٢ وهي أيضا تشير  
للرابعة والنصف ، نعلم أن الحدثين متزامنان .

وبيتما يضبط قائد (أ) ساعتيه ، يراقبه قائد (ب) يدهشة بالغة ، لأنه بالنسبة اليه فان ( أ ) يتحرك باتجاه اليسار بسرعة ١٠٠٠ ميل في الثانية ، لذلك فرغم أن الضوء يتحرك يمنا ويسرة مسافات متساوية في المركبة (أ) ، ورغم أن ( أ ) يرى أن الضوء يقطع مسافات متساوية جيئة وذهابا على الوجه التالي :



فان (ب) يراها قد تحركت مسافات غير متساوية ، كما هو موضح في الشكل التالي :



لذا يحق لقائد (ب) أن يتوصل الى أن مسافتي الذهاب والعودة غير متساويتين ، ولكن الضوء يستغرق نفس الزمن في قطعهما وفقا للساعتين س١ و س٢ . اذن فالساعتان مع وجهة نظر (ب) غير متزامنتين . وينفس المنطلق يرى قائد (ب) أن ساعتيه متزامنتان ، ويراهما قائد (أ) غير ذلك .

الى أى جانب ننحاز ؟ الفرضية الأولى لاينشتين « مبدأ النسبية » ، تضع الاثنين على قدم المساواة ، ولهذا نخلص معه الى أن الاثنين محققان .



وهنا تكمن المبقرية • حيث ينظر أينشتين لهذا الخلاف ليس كخلاف سطحي ، بل كأحد خصائص الزمن نفسه • لقد سقط المفهوم النيوتوني للزمن المطلق الثابت • فالوقت عند أينشتين مع طبيعته أن التزامن بين الأحداث المنفصلة نسبي • فالأحداث متزامنة بالنسبة لـ ( أ ) ، ولكنها غير ذلك بالنسبة لـ ( ب ) ، والعكس بالعكس • قد يبدو هذا غريبا على عقولنا ، ولكن علينا أن نتقبله ، ونتقبل معه المزيد من الصدمات ، لأن الزمن مفهوم أسامي ، وأى اهتزاز فيه يعنى انهيار هيكل العلم بأكمله •

خذ الطول مثلا ، وهو مفهوم أسامي آخر ، ولنفرض أن قضيبا يمر أمام المركبتين ، وأن كل قائد يراقب طرفيه لحظيا ، وحيث أنهما مختلفان من ناحية التزامن ، فإن كل واحد سيتهم الآخر بأنه لم يلحظ الطرفين في نفس اللحظة ، وأنه لذلك قد أخطأ في حساب الطول • وبشكل عام سيجد الاثنان أنهما مختلفان فيما يتعلق بالطول أيضا •

وليست هناك نهاية لذلك ، فالسرعة ، والمجلة ، والطاقة ، كل ذلك وأكثر منه يعتمد على الزمن والمسافة ، وبهذا يتغير نسيج العلم يرمته •

ما العلاقة بين القياسات التي قام بها كل مع ( أ ) و ( ب ) مع الزمن والفراغ ؟ أو بين تلك التي يقوم بها أى اثنين فى مركبتين تتحركان حركة نسبية منتظمة ؟ كمادته بحث أينشتين مع أبسط علاقة رياضية يمكن استنباطها مع مبدأيه ، ولم يكن ما استخلصه سوى تحويل لورنتز ، وهو ما لم يكن على علم به بكل تأكيد •

باستخدام هذا التحويل استخلص المزيد • ورغم بساطة  
 الفرضين اللذين وضعهما ، إلا أن تداعياتهما المنطقية تعصف  
 باللب • وعلى سبيل المثال ، وكما بين آينشتين ، فإن ( أ ) يجد  
 ساعة (ب) أبطأ من ساعته ، بينما يجد (ب) نفس الشيء  
 بالنسبة لساعة (أ) • كنا نتوقع أن يجد (ب) ساعة (أ) أسرع  
 من ساعته ، ولكن كلا منهما سيجد ساعة زميله أبطأ من  
 ساعته هو •

ونستعيد هنا اقتراح فيتزجيرالد ولورنتز القاضي بأن  
 الأشياء تنكمش في اتجاه حركتها خلال الأثير • وقد توصل  
 آينشتين الى نفس المعادلة حول قيمة هذا الانكماش ، ولكن  
 من واقع نظرية آينشتين فإن هذا التأثير متبادل • كذلك ،  
 سيجد ( أ ) أن المتر القياسي لدى (ب) أقصر مما لديه ، بينما  
 يرى (ب) نفس الشيء بالنسبة للمتر لدى (أ) • وليس من  
 شيء يكشف عن الشجاعة الثورية لأفكار آينشتين من مقارنتها  
 بأفكار سابقه ، لورنتز وبوانكاريه • لقد كان لدى ثلاثتهم  
 تحول لورنتز ، متضمناً تلك التداعيات المدهشة ، ولكن عند  
 تفسيرها لم يجرؤ أى من لورنتز وبوانكاريه على اعطاء مبدأ  
 النسبية الثقة الكاملة • فالمسألة لديهم توقفت عند حالة أن  
 يكون (أ) فى حالة سكون ، اذ ينكمش الطول الخاص بـ (ب) •  
 ولم يتعرضوا الى حالة أن يجد (ب) نفس الشيء بالنسبة لـ (أ) •  
 فقد افترضنا ضمناً أنه سيجده أطول • أما بالنسبة للساعات ،  
 فلم يتعرض أحدهما لمثل ما قام به آينشتين من تحليل •

كان بوانكاريه أحد العلماء الرياضيين الأفاضل فى  
 عصره • رجل ذو نظرة فلسفية نفاذة • وفى بحثه عام ١٩٠٥  
 كان على تمككه غير عادى بالهيكل الرياضى للنسبية • وقد ظل  
 طويلا يدعو بالمفاهيم التقليدية المبهضة للفيزياء ، وهو ان

كان قد تنبه مبكرا لاحتمال صحة مبدأ النسبية ، الا أنه عند الخطوة الحاسمة ، خذلته أعصابه وتمسك بالعادات الفكرية القديمة والأفكار المألوفة حول الزمن والفراغ . واذا بدا لنا ذلك أمرا غريبا ، فلأننا لا نقدر جسارة أينشتين حق قدرها في ارساء مبدأ النسبية كبدئية علمية ، والتمسك بها ، على حساب المذهب التقليدي للزمن والفراغ .

عندما قام أينشتين بتغييراته الثورية ، كان متأثرا بأفكار « ماخ » ، صاحب الكتاب الخطير عن ميكانيكا نيوتن . والذي أثار بيسو انتباهه له وهو في مرحلة الدراسة . وسنعود لماخ فيما بعد ، رغم أن حماس أينشتين لأفكاره الفلسفية لم يدم . وكان ماخ متحفزا بشدة حول مفاهيم مثل الزمن والفراغ المطلقين ، والذرة . وبشكل عام كان ينظر للعلم كنوع من التلويحات المنمقة للبيانات ، وقد أراد أن تعرف كل المفاهيم بدقة على شكل إجراءات محددة . وتبين تحليلات أينشتين للتزامن على صورة إجراءات محددة تأثره بهذه الأفكار . وكان الآخرون ، ومن بينهم بوانكاريه ، على علم بها ، ولكن أينشتين وحده هو الذي حقق التقدم الحاسم .

ان انكماش الطول وإبطاء الزمن بالنسبة لكلا الطرفين أمر لا يجب أن يكون مستغربا ، فهو أقرب الشبه بتأثير المنظور ، حين يتجادد شخصان ، ويرى كل منهما الآخر وقد نقص طوله . ونعق لا ندهش لذلك ، لأننا ببساطة قد تعودنا عليه .

لقد تحدثنا بالكاد بما يكفي عن الطبيعة الثورية لورقة أينشتين هام 1905 عن النسبية . وبمجرد وضع الأساس

تصبح الورقة رياضية بحتة ، ويبين آينشتاين من خلال الأفكار الجديدة حول الزمن والفراغ توافق معادلات ماكسويل مع مبدأ النسبية ، حتى مع ما يتطلبه ذلك من مراجعة لقوانين نيوتن . فعلى سبيل المثال ، كلما زادت سرعة شيء بالنسبة لمراقب ، زادت كتلته بالنسبة له . وكما دته يقودنا آينشتاين الى توقع يمكن من اخضاع ذلك للتجربة العملية ، فيورد معادلات حول حركة الالكترونات في المجال المغناطيسى ، مع حساب الزيادة النسبية للكتلة مع زيادة السرعة بالنسبة للمشاهد . وقد توصل لورنتز لنفس النتائج عام ١٩٠٤ عن طريق مختلف ، وقارنها بنجاح مع نتائج توصل اليها أحد الباحثين ، وليس من المستغرب أن يتوصل الاثنان لنفس المعادلات ، لتأثرهما معا بتراث ماكسويل . ولكن هناك فرقا جوهريا بين الرجلين ، فعندما قام نفس الباحث بنشر قياسات جديدة لا تتفق مع نتائج آينشتاين ولورنتز ، ثبت ذلك من عزيمة الثانى ، أما آينشتاين فقد ظل ثابتا لا يتزعزع ، فراجع النظرية المنافسة ، ورفضها على أسس جمالية ، وأثبتت القياسات التالية أنه كان على حق .

ومن غير الملائم أن نكتفى بهذا القدر دون أن نورد الكلمات الختامية فى بحث آينشتاين حول النسبية :

« خلاصة القول ، أرغب أن أقول أنه خلال العمل على حل المشكلة التى نبجتها ، فقد سعدت بالمعونة الصادقة من صديقى م . ييسو ، وانى لمدين له بالعديد من الآراء العلمية » .

لقد تعرضنا حتى الآن للأوراق الأربع التى قدمها آينشتاين لهايبشت ، مقابل بحث الأخير . وقد أصبحت نسخ مجلة « حوليات الفيزياء » ، العدد (١٧) ، الآن مقتنى بيمينها .

يقوم على حفظها في الخزائن أمناء مكتبات محظوظون لكونها في حوزتهم - فمثل هذا التدفق من العبقرية - ثلاثة موضوعات مختلفة لها لمسة مسرحية خلال فترة وجيزة من الزمن - قد جعل من عام ١٩٠٥ عاما لا ينسى .

لم يكتف أينشتين بهذا الحد خلال عام ١٩٠٥ ، ففي أواخر سبتمبر أرسل بحثا آخر لنفس المجلة ، ونشر في نوفمبر - كان البحث في ثلاث صفحات مطبوعة ، وفيه بين باستخدام المعادلات الكهرومغناطيسية المأخوذة من ورقته السابقة ، أنه إذا ما أصدر جسم كمية من الطاقة ط على هيئة ضوء ، فإن كتلته تنقص بمقدار ط/ح<sup>٢</sup> .

وباحساسه الفريزي يوحدة الكون ، يتوصل الى ملاحظة نافذة وهامة للغاية ، أن الضوء هو صورة غير متميزة من الطاقة ، ولهذا يملأ عن قاعدة عامة ، وهي أن أى جسم يعطى أو يأخذ أو يفقد قدرا من الطاقة يساوى ط ، بأى شكل من الأشكال ، فانه يكتسب أو يفقد قدرا من كتلته بمقدار ط/ح<sup>٢</sup> .

بناء على ذلك ، ولأن قيمة ح كبيرة للغاية ، فاذا كان هناك مصباح كهربى يشع ١٠٠ وات من الضوء لمائة عام ، فانه لا يفقد من كتلته خلال هذه المدة الا ما يوازي جزءا من المليون من الأوقية - ولكن الراديو ، من خلال قدرته الاشعاعية يطلق كمية هائلة من الطاقة نسبيا ، وقد وجد أينشتين أنه يمكن اختبار النظرية بهذه الطريقة .

وفي بحثه عام ١٩٠٥ ، ذكر أينشتين أن كل طاقة أيا كان نوعها لها كتلة ، وحتى أينشتين نفسه استغرق الأمر معه سنتين لاحقتين حتى يتوصل الى النتيجة المذهلة بأن العكس

صحيح ، أى أن الكتلة مع أى نوع لا بد لها طاقة ، وقد توصل لذلك مع خلال أسباب فنية وجمالية بحثة . لماذا نفرق بين كتلة الشيء والكتلة التى يفقدها خلال الاشعاع ؟ ان هذا يعنى أن لدينا نوعين مع الكتلة ، دون سبب واضح ، رغم أن نوعا واحدا يكفى ، والتمييز غير منطقي ، وعلى ذلك ، فان أية كتلة لها طاقة .

وباعتبار الكتلة والطاقة متكافئتين ، استطاع أينشتاين فى بحث تفسيرى نشر فى « الكتاب السنوى للاشعاع » التوصل الى معادلته الشهيرة :  $E = mc^2$  ، حيث  $c$  هى سرعة الضوء كما قدمنا . ولنصور مدلول هذه المعادلة ، فكل حفنة تراب من الأرض ، كل ريشة ، كل ذرة غبار ، أصبحت مخزنا مذهلا للطاقة الحبيسة . لم تكن هناك طريقة للتحقق من ذلك آنذاك ، الا أنه عند تقديمه لمعادلته تحدث عنها كأهم تداعيات النظرية النسبية . وتتجلى قدرته غير العادية على الرؤية البعيدة فى أن المعادلة لم تتحقق كميا الا بمد حوالى خمس وعشرين سنة ، ومن خلال تجارب عملية غاية فى الصعوبة . ولم يستطع أحد التنبؤ بالأحداث الدرامية التى أدت اليها معادلته التى كان الدافع اليها جماليا فى مبدأ الأمر !

لقد تحدثنا فى الفصول السابقة مع عبقرية أينشتاين المزهرة فى ذلك العام ، ١٩٠٥ ، وفى الأول من أبريل مع عام ١٩٠٦ رقى أينشتاين فى مكتب براءات الاختراعات فى برن الى وظيفة خبير مع الدرجة الثانية .

## الفصل السابع

### من برن الى برلين

أحيانا ما تكتسب الانتصار بسرعة ، وقد نشرت ورقة آينشتين عن النسبية ، والتي تسلمتها المجلة فى يونيو من عام ١٩٠٥ ، فى نوفمبر من نفس العام . وبسرعة كتب عالم له مكانته مؤيدا لها . وبالفعل فقد كتب هو فى سيرته الذاتية أن ورقة آينشتين قد أثارت انتباهه على الفور . من كان ذلك العالم ؟ بوانكاريه ؟ لا ، اذن فهو لورنتز ؟

كلا ، كان ذلك العالم هو بلانك ، والذي كان من غير المتحمسين لفكرة كوانتا الضوء . وقد أعطى هذا التقرير المؤيد لـ « منتدى برلين الفيزيائى » ، ولم ينته الأمر عند ذلك الحد ، بل بدأ على الفور فى تطوير النظرية ، ونشر أبحاثا مؤيدة لآينشتين فى عامى ١٩٠٦ و ١٩٠٧ . والأكثر من ذلك أنه استخدم نفوذه القوي لاقتناع العلماء الآخرين بدراسة الأفكار الجديدة . وكتب بود لآينشتين فى مراسلات علمية ودودة عامله فيها كند له . ونورد هنا على سبيل المثال مقتطفات من رسالة طويلة كتبها لآينشتين فى ٦ يوليو عام ١٩٠٧ :

« كتب الى السيد بوشر Bucherer [والذى أيدت تجاربه « النسبية » بقوة] عن معارضته لبحثى

الأخير [ عن النسبية ] ... ، ولكن ما يدعو  
للسرور أنك حاليا لست على رأيه . ولما كان  
المتحمسون لمبدأ النسبية مجموعة صغيرة حتى الآن ،  
لذلك فمن المهم بمكان أن يتفقوا فيما بينهم ...  
من المحتمل أن أذهب الى « برنيزى أو برلاند » فى  
العام القادم ، بالطبع هو احتمال مستقبلى بعيد ،  
ولكن سيكون من سعادتى التعرف عليك شخصيا » .

لم يكه لورنتز متقبلا لأفكار أينشتين الثورية عن الزمن  
والفراغ ، وعندما أشاد بها فى السنوات اللاحقة لم يستطع  
أن يخفى حزنه لاختفاء الأثر الساكن . أما فيما يتعلق  
ببوانكريه فمع الصعب الجزم بأنه كان على اتفاق تام مع  
الطبيعة الثورية لفاهيم أينشتين عن النسبية . وفيما يتعلق  
بالمراجع المطبوعة عنها ، فان بوانكريه لم يذكر شيئا عن  
آينشتين . وكذلك بالنسبة لآينشتين ، فهو لم يذكر شيئا  
عن بوانكريه ، رغم أنه كان لكل منهما فرصة كافية  
لذلك . وقد كتب ماكس فون لاو *Max von Laue*  
مساعد بلانك لآينشتين طالبا مقابله فى برن خلال  
صيف عام ١٩٠٦ . ويبدو ، رغم أن الدلائل غير واضحة ،  
أن « لاو » افترض بشكل ما أن آينشتين فى جامعة  
برن . ومع المؤكد أنه دهش عندما علم أن الرجل الذى توصل  
الى هذه الأفكار عن الزمن والفراغ ، والتى نالت اعجاب  
بلانك ، هو نفسه الموظف بسيط الثياب الذى لم يلفت نظره  
عندما ذهب للقائه فى مكتب برامات الاختراعات . وكان  
لقاؤهما بداية لصداقة دامت طوال حياتهما . وكان « لاو » ،  
الذى حصل على جائزة نوبل فيما بعد ، هو أول من كتب  
كتابا علميا مؤيدا لآينشتين ، نشر عام ١٩١١ .



وفى تلك الأثناء ، وبلا انتظار للقبول العام لأعماله ، استمر آينشتين فى كتابة أبحاثه عن الكم ، والحركة البراونية ، والنسبية . وبالفعل كان عام ١٩٠٥ عاما رائعا . لأنه فى ديسمبر من ذلك العام أرسل الى مجلة « حوليات الفيزياء » ورقة بحث ثانية عن الحركة البراونية ، ظهرت فى عام ١٩٠٦ . وكما نعلم ، فى عام ١٩٠٧ ، أنهى صياغة معادلاته التاريخية الشهيرة عن الكتلة والطاقة . وما لم يرد ذكره بعد ، أنه ، وفى نفس البحث ، اتخذ الخطوة الأولى على ذلك الطريق ، والذي أدى به بعد سنوات عديدة من النظرية النسبية الخاصة الى النسبية العامة ، أحد الأعمال الخالدة فى العلوم . هذا الانجاز فقط يجمل من عام ١٩٠٧ عاما لا ينسى ، ولكل كان هناك المزيد . فعلى سبيل المثال اكتسب آينشتين بشكل غير متوقع حليفا هاما جديدا فى شخص عالم الرياضيات الرومى - الألمانى «هيرمان منكوفسكى Herman Minkowski الأستاذ فى جامعة جوتنجن Gottingen العريقة بألمانيا . وهناك فى ديسمبر من عام ١٩٠٧ قدم اسهاما بارزا فى نظرية النسبية .

وسوف نتعرض لاسهامات كل منهما فى حينه فى تسلسلها المنطقى بدلا من الزمنى . ولكل الجدير بالذكر أن منكوفسكى كان أستاذا للرياضيات فى معهد البوليتكنيك فى زيورخ عندما كان آينشتين طالبا فيه ، وأن آينشتين لم يكن يحضر محاضراته بانتظام ، وأن منكوفسكى كان يعتبره طالبا كسولا .

لم يكن الجميع متحمسين للنسبية . وحتى علماء الطبيعة ممن كانوا مؤيدين لها لم يكن من السهل عليهم استيعاب

الأفكار الجديدة عن الزمن والفراغ . وعندما انتشرت أخبار ما اقترحه آينشتاين بين العديد من الناس ، مع علماء وفلاسفة ورجال عاديين ، هاجموها بضراوة . ولكنه الأهم أن العلماء البارزين بدؤوا تدريجياً في قبول هذه الأفكار .

ورغم أنه بدأ في اكتساب قدر من الشهرة بين العلماء ، إلا أن آينشتاين ظل في برن ، وظل طويلاً على معاناته من جراء نشاطه البحثي المكثف المصحوب بثماني ساعات من العمل اليومي . وقرب نهاية عام ١٩٠٧ أدت ظروف مواتية الى التفكير مجدداً في أن يصبح معيداً ، حتى يمكنه أن يكون فيما بعد مؤهلاً للأستاذية . ولما كانت الخطوة الأولى هي تقديم بحث تمهيدي ، فقد قام بالفعل بإرسال ورقته عن النسبية الى جامعة برن في عام ١٩٠٥ .

ورفضت الورقة ، ومن بين الأسباب المملنة ، أنها « غير مفهومة » .

ومن المفهوم أن يكف آينشتاين المحبط عن محاولاته لبناء مستقبله الأكاديمي . وفي يناير من عام ١٩٠٨ كتب ما يلي لصديقه مارسيل جروسمان ، الذي كان رغم صغر سنه أستاذاً للرياضيات في معهد البوليتكنيك بزيورخ :

« رغم أنك قد تجدني مضحكا ، فأنني أود أن أستشيرك في مسألة عملية ... . انتى شديد الرغبة في أن أحصل على منصب تعليمي في المدرسة التقنية في ونترثور ، (للرياضيات والطبيعة ) . أحد أصدقائي ، وهو مدرس هناك قد أسر الى بأن هذا المنصب سيصبح شاغراً في القريب العاجل .

أرسلت ألا تندفع الى تصور أنني مساق لمثل هذه النظرة الوظيفية عن طريق جنون المظلمة ، أو بعاطفة مشكوك فيها ،

الواقع أن شنفى فقط هو فى أن أصبح قادرا على مواصلة أبحاثى الخاصة تحت ظروف أفضل ، كما ستفهم بالتأكيد • ولكنك قد تتساءل : «لم هو تواق لهذه الوظيفة ؟ » • والسبب فقط هو أننى أعتقد أنها أفضل الفرص للأسباب الآتية :

١ - أننى سبق أن قمت بالتدريس هناك لعدة أشهر كمدرس احتياطى •

٢ - أننى على صداقة بقدر ما مع أحد المدرسين هناك •

وأسألك الآن ، ماذا أفعل بهذا الخصوص ؟ هل على أن أزور أحدهم هناك لأبين له وجهها لوجه قيمتى الحقيقية كمدرس ومواطن ؟ ومن سيكون ؟ أليس من المحتمل أن أترك انطبعا سيئا ( عدم التحدث بالألمانية السويسرية ، الملامح السامية ... الخ ) ، والأكثر من ذلك ، هل من المعقول أن أتحدث ، خلال هذه المقابلة ، مدحا وتمجيذا فى جهودى العلمية ؟ » •

لم يضع أينشتين كل البيض فى سلة واحدة ، ففى نفس ذلك الشهر تقدم للحصول على وظيفة شاغرة ، وهنا قاربت هذه الكوميديا السوداء نهايتها • ففى ٢٨ يناير أرسل البروفيسور الفريد كلاينر Alfred Kleiner ، الذى كان ضالعا فى رفض ثم قبول أطروحة الدكتوراه التى قدمها أينشتين لجامعة زيورخ ، بطاقة تعبر عن رغبته فى الاتصال به فى أمر يهمهما سويا •

وسميا لاجتماع أينشتين لجامعة زيورخ كأستاذ ، ألح كلاينر عليه ليس فقط بالمحاولة مرة أخرى لأن يصبح معيدا فى جامعة برن ، بل بإبلاغه بأية تطورات بحيث إذا لم تسر

الأمور كما هو مأمول ، يمكن عندها لكلاينر أن يفكر في طرق غير تقليدية يمكن بها أن يستوفي متطلبات الأستاذية .

وعليه فقد حاول آينشتين مرة أخرى . وهذه المرة تحسن الموقف ، وأصبح في عام ١٩٠٨ معيدا في جامعة برن . ولا معنى ذلك أنه استفاد من ذلك على الفور ، فقد ظل ملتزما بالعمل في مكتب البراءات لنفس عدد الساعات ، إضافة إلى أنه أصبح الآن ملتزما بالقاء المحاضرات الجامعية . لم يكن هناك راتب لتلك الوظيفة ، سواء في برن أو في غيرها من الجامعات . كان الطلبة الذين يحضرون المحاضرات يدفعون رسوما تذهب إلى المحاضرين ، ولأن الأساتذة كانوا يزدنون من دخلهم بتدريس المواد المرغوب فيها والتي تلاقى إقبالا أكيدا ، كان المعيدون يلقون عادة محاضرات متخصصة لا يحضرها إلا القليلون ، ولذلك لا تجلب إلا النزر اليسير . وكان دخل آينشتين من هذه المحاضرات في جامعة برن لا يذكر ، حيث كان بيسو وصديق أو اثنان هم المنتظمين في الحضور .

في تلك الأيام لم يكن آينشتين محاضرا جيدا . كان مشغولا بما هو أهم . ولكن للحصول على درجة الأستاذية كان عليه أن يمر بهذه الطقوس للحياة الأكاديمية ، ومن الطبيعي أنه قام بذلك بتردد وتمرد . لم يحاول أن يحسن من مظهره أو يعدل من أسلوبه للتوافق مع العادات الأكاديمية . كان من بين الطلبة في برن في تلك الآونة العديد من اليهود الروس ، فقراء في ثياب رثة ، يزدريهم الآخرون . وتحكى شقيقته مايا عن واقعة تبين نوع الانطباع الذي كان يعطيه آينشتين . كانت طالبة في جامعة برن في ذلك الوقت ، ولرغبتها في حضور إحدى محاضرات أخيها ، فقد سألت

حارس البوابة عن الغرفة التي يوجد بها د • آينشتين • ونظرا لمظهرها المشرف فقد أجابها الرجل بدهشة بالغة : « • ماذا تقولين ؟ هذا ال • • • الروسي هو أخوك ؟ » • وعندما عبر كلاينر عقب زيارة مفاجئة لفصل تلميذه ( آينشتين ) عن اعتقاده لقدراته التدريسية ، رد الأخير بقوله : « لست راغبا بالتأكيد فى أن أصبح أستاذا فى جامعة زيورخ » •

وفى ربيع عام ١٠٩ صدر القرار بإيجاد وظيفة جديدة ، أستاذ مساعد فى جامعة زيورخ ، أستاذ مساعد للطبيعة النظرية ( لفصل الخريف ) • وألح المستشار أرنست على ترشيح فردريش أدلر Friedrich Adler ، وهو صديق لآينشتين ، للمنصب • وكان أدلر بالفعل مرشحا قويا لأن والده وهو مؤسس للحزب الديمقراطي الاجتماعي النمساوي يحظى بنفوذ سياسى كبير ، ولكن أدلر الابن ، وهو رجل مبادئ عليا ، أصر على الانسحاب لصالح آينشتين ، وناشد المجلس التعليمى المتأثر سياسيا بالاعتراف بأن قدرات آينشتين التعليمية غير عادية • وتفوق قدراته هو بكثير • ونتيجة لتصرفه الأخلاقى اختير آينشتين لمنصب الأستاذية فى ٧ مايو ١٩٠٩ ، وهو فى سن الثلاثين •

وفى حياة نيوتن واقعة مشابهة عندما كان فى السابعة والعشرين • ففى عام ١٦٦٩ استقال إيزاك بارو القائم على رعاية جامعة كامبردج من منصب الأستاذية ليفسح الطريق أمام نيوتن ليتولى هو المنصب • ولكن مصرى « أدلر » و « بارو » كانا مختلفين للغاية • فقد أغرق بارو نفسه عن اقتناع فى علم اللاهوت ، بينما انغمس أدلر بحماس فى السياسة • وأدت مثاليته وتأثره بفضائل الحرب الأولى عام

١٩١٦ الى اغتيال رئيس وزراء النمسا ، وتلقى جزاء لذلك عقوبة مخففة .

وفي عام ١٩٠٩ كان آينشتين غارقا في أبحاثه ، ولا يجد الا لحظات قليلة للاهتمام بالسياسة . وفي ٦ يوليو قدم استقالته من مكتب البرامات لتصبح نافذة اعتبارا من ١٥ أكتوبر . وقد كتب لصديقه بيسو خلال ١٩١٩ متحدثا بحنين عن « تلك الصومعة المنعزلة حيث ولدت أجمل أفكارى ، وفيها قضينا معا أجمل الأوقات » ، فقد أمضى فيه سبع سنوات رائعة .

سبق أن تحدثنا عن محاضرة منكوفسكى عام ١٩٠٧ فى جوتنجن ، وفى كولون فى سبتمبر عام ١٩٠٨ قدم تقريرا فى الاجتماع الثامن عشر للعلماء الفيزيقيين الألمان ، وأصبحت محاضراته شهيرة لبدايتها المثيرة : « من الآن فصاعدا سيختفى تماما الزمن والفراغ كعمنيين منفصلين ، ليحل محلها وحدة تحظى بوجود مستقل » . وإذا أثارت هذه الكلمات فضولنا فقد أدت غرض منكوفسكى منها ، فهذا الاختفاء سيخلف وراءه توحدا رائعا .

لقد صور نيوتن العالم كما لو كان — كيف نصفه ؟ — لو كان متراكبا بدقة بالغة فى فراغ وزمن مطلقي . وقد انشق آينشتين على هذه الصورة بقوله ان العديد من المشاهدتين المختلفين فى حركتهم المنتظمة يضمون نظاما مختلفا للزمانية ، ولأن قياساتهم للأطوال قد تأثرت ، فيمكن القول بأن لكل مشاهد نظامه الخاص للوقت والفراغ .

ورغم اختلافاتهم ، الا أنهم يشتركون فى الكثير . فعلى سبيل المثال ، فقد وجدوا أنفسهم أمام نفس القيمة الثابتة لسرعة الضوء (ح) . وعموما فهم يعيشون فى نفس الكون .

قد يبدو ذلك واضحا بشكل مخيب للآمال • ولكنه يصل بنا الى لب الموضوع • لأن الأزمنة والفراغات الخاصة بكل مشاهد لا تحدث على انمزال ، فقد بين منكوفسكى أنها فى النظرية النسبية تنتمى لمجال مشترك عام ومتفرد ، يندمج فيه الزمن والفراغ ، وهو ما يسمى « الزمكان » • ولكن كيف يصل كل مشاهد الى نتائج خاصة بزمنه وفراغه ؟ عن طريق فصل ذلك الاندماج ، كل بطريقته الخاصة • ويشبه ذلك تقريبا كما لو كان الزمكان العام كتلة هائلة من الجبن ، كل يقطع منها فى اتجاهه الخاص •

ولكنها كتلة رباعية الأبعاد • فالزمكان له أربعة أبعاد، اذ يدخل الزمن بصورة أو بأخرى كند مع أبعاد الفراغ الثلاثة •

والآن دعنا نزيل الاحساس بالارتباك والغموض • فى البداية علينا ألا نحاول تصور الزمكان رباعى الأبعاد • فذلك مستحيل يعجز عنه حتى آينشتاين ومنكوفسكى • فالمحترفون يتعاملون معه بالمنطق الرياضى المجرد ، ورغم ذلك يمكنهم من مناقشة الموضوع ببراعة غير عادية ، الا أنه لا يجدى شيئا فى تصويره كما لو كان يرى رأى العين •

فى الرسم البيانى يمكن لرقمين أن يحددا وضع أية نقطة، ولهذا نقول ان سطح الورقة ثنائى الأبعاد • ولتحديد موضع نقطة فى غرفة مثلا نحتاج لثلاثة أرقام ، البعد عن الأرضية وعن اثنين من الحائطين المتعامدين • ولذا نقول ان للفراغ أبعادا ثلاثة • واذا تكلمنا عن نقاط فى لحظات مختلفة نكون بحاجة الى رقم رابع ، ثلاثة تخص الفراغ والرابع للزمن • ومن هنا فان العالم رباعى الأبعاد •

إذا كان ذلك هو كل ما فى الأمر ، فسوف نقول بارتياح ان عالم نيوتن كان رباعى الأبعاد ، وقد كان ذلك بشكل ما . ولكن الزمن المطلق بعيد فيه عن الفراغ المطلق ، فيما عدا أن الفراغ المطلق موجود فى كل الأوقات . ولهذا ننظر لعالم نيوتن كما لو كان له  $3 + 1$  من الأبعاد ، وليس رباعى الأبعاد . ولكن عند أينشتاين فالأمر مختلف بالنسبة لزمكان النسبية ، لأن الزمن والفراغ متداخلان بحيث لا يمكن تفادى اصطلاح « رباعى الأبعاد » .

ولنتظر مليا فى الأمر . لنعد لمركبات الفضاء والقائدين أ و ب . ولنتصور أن ب يقوم بطباعة تقرير عن مهمته ، وخلال ذلك يضغط على الحرف « أ » ثم بعدها « لام » ، هذان الحرفان بينهما مسافة بوصة واحدة مثلا ، ولنقل ان الزمن بينهما نصف ثانية ، فى هذه الأثناء يتحرك (ب) مسافة ٥٠٠ ميل بالنسبة لـ أ ، ولهذا يرى الأخير المسافة أكبر بكثير من البوصة ، كما يجد ، نتيجة لبطء الساعات ، الزمن يزيد عن نصف الثانية ، ولا يكون هناك أمل فى أن يتفق الاثنان لا على المسافة ولا على الزمن .

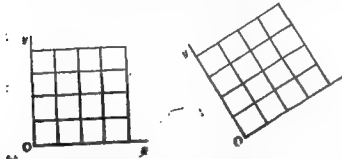
ومع ذلك ، فليجعل ب يحول الفترة الزمنية الى مسافة . كيف ؟ ببساطة بحساب الزمن الذى يقطعه الضوء بالسرعة المتفق عليها بينهما ، ح ، ولنسم هذه المسافة « المسافة الزمنية Time-distance » بين الحدثين ، تمييزاً لها عن « المسافة الفراغية Space-distance » .

ولنتذكر أن الاثنين غير متفقين بالمرءة حول أى من المسافتين ، ولكن عندما يقوم أى منهما بحساب قيمة « المسافة الزمنية - المسافة الفراغية »<sup>٢</sup> ، فاننا وفقا

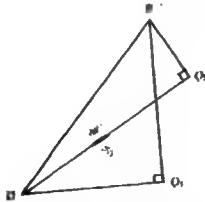


لمعادلات النسبية سنجد أن الناتج متساو ، ويصل لنفس النتيجة أيضا أى مسافر بسرعة منتظمة .

فى نظام نيوتن تتساوى بالنسبة للكافة المسافات الزمنية ، وكذا المسافات الفراغية ، ولكن من خلال النسبية فقط فإن القيمة المبينة فقط هى المتساوية . وهذا أمر عظيم ! ولنعد لنظرية فيثاغورث التى شغف بها أينشتاين الطفل . ولنتصور شخصين (ح) و (د) يغطيان هذه الصفحة بخطوط متقاطعة الأول نظامه الخاص ، كما هو مبين الى اليسار ، والثانى حسب ما هو مبين الى اليمين .



لنتصور بعد نقطة ك عن نقطة الأصل (O) فى كلا النظامين . ان أبعاد النقطة السينى والصادى لكلتا النقطتين مختلف ، الا أن البعد عن نقطة الأصل واحد فيهما . وذلك واضح من الشكل التالى :



(٤) يعتبر البعد الزمنى هو الكمية التخيلية فى العلاقة المبينة - ( المراجع ) .

ومع الشكل نجد أن القيمة ( البعد السيني )  $^2 +$   
 ( البعد الصادي )  $^2$  متساوية في كلا النظامين ، وهى نفس  
 العلاقة التى سبق أن أوردناها ، عدا علامة الجمع بدلا من  
 الطرح فى العلاقة السابقة ، ولو كنت عالما بما يسمى الكميات  
 التخيلية ( الجذر التربيعى لسالب واحد ) يمكنك تحويل  
 علامة الموجب الى سالب .

وكان منكوفسكى على علم بأن هذه التحليلات الرياضية  
 — وان لم تكن مضامينها كما استنبطها آينشتين — قد لاحظها  
 يونكره ، واستخدمها بالفعل فى ورقته عام ١٩٠٥ ،  
 وبسبب ما فى تلك التحليلات من تشابه فائتا نميل الى اعتبار  
 الزمن بعدا رابعا عندما نعبر عنه كمسافة ، يندمج على نفس  
 المستوى مع الأبعاد الثلاثة للفراغ على قدم المساواة ، ليشكل  
 الجميع وحدة متكاملة للزمكان الرباعى الأبعاد . وبالتأكيد  
 ومع استرجاع الحوادث يصبح هذا الاغرام لا يقاوم رياضيا،  
 رغم أن الزمكان الرباعى الأبعاد يظل أمرا صعب التصور .

ولنتصور النقطة فى نهاية هذه الجملة ، من الطبيعي أن  
 ننظر اليها كنقطة، ولكنها نقطة مستمرة ، وتستمر مع الوقت،  
 فهى لا تختفى كومضة مثلا، ولهذا فهى ممتدة فى الزمكان كما  
 لو كانت فتيلة لا نهائية ، أو كما تسمى « خطا كونيا  
 World line » . ولتصور المسألة ، دعنا نتخيل أن البعد  
 الزمنى للزمكان يمثل بالاتجاه المنحدر لأسفل من هذه  
 الصفحة . عندها ، على سبيل المثال ، فان خطين كونيين  
 كالمبينين بالشكل التالى يقتربان من بعضهما .



كذلك يمكن اعتبار « الآن » كخط رأسي يتحرك بانتظام لأسفل الصفحة ولكن الخطوط الكونية نفسها لا تتحرك ، لأنه في الزمكان يكون الماضي والحاضر والمستقبل كلها ممتدة أمامنا بلا حركة ككلمات كتاب •

لم يتوقف مينكوفسكي أمام هذه الأفكار ، وإنما واصل السعى ليبين ، على سبيل المثال ، أن معادلات ماكسويل عند تضمينها في الزمكان تتخذ شكلا بسيطا بصورة مذهلة ، كما لو كانت والزمكان قد خلق كل منهما للآخر •

كانت تلك نوعية الأفكار في ذهن منكوفسكي عندما أعلن بشكل درامي في مؤتمر ١٩٠٨ أن الفراغ والزمن في حد ذاتهما مصيرهما الإهمال ، وأنه فقط من خلال نوع من التوحد بينهما يمكن أن يكتسبا وجودا مستقلا • وكان يمكن أن يكون محقا إذا ما أضاف أن نفس الشيء يمكن أن يقال بشكل أكثر اقناعا عن ذي قبل عن الكهرباء والمغناطيسية •

وفي المؤتمر التالي ، الواحد والثمانين ، والذي عقد في سالزبورج ، وبعد الاثارة التي أشعلها رجل مثل مينكوفسكي ، لم يكن مستغربا أن يدعى أينشتاين ، حيث ألقى محاضرته في سبتمبر ١٩٠٩ بعد عام كامل من محاضرة مينكوفسكي ، وقد

تحدث عن « تطور نظرتنا لطبيعة وتكوين الاشعاع » ، وهو موضوع شمل النسبية والكوانتا .

وكان من بين الحضور نخبة من أبرز علماء العالم . وقد كانت المحاضرة من وجهة نظر آينشتين المتشددة في نقدها ، وباعتبارها عملا علميا بحثا ، غير هامة ، لأنها ، حسب ما كتب لأحد مشاركيه في العمل ، لم تحو شيئا جديدا . لم يكن ذلك صحيحا كلية ، بل كان آينشتين شديد التواضع . فالكثيرون ممن استمعوا لتلك المحاضرة كانت بالنسبة لهم ثورة وفتحا ، ليس لأنهم اقتنعوا بها بالضرورة ، أو حتى فهموها ، ولكنهم حضروا لمشاهدة وتقييم الرجل الذي سمعوا عنه ، ولم يتطلب الأمر كثيرا ليدركوا أستاذيته . وكانت المناسبة هامة لآينشتين أيضا ، لأنه ظل يعمل طويلا في نوع من ( المنفى العلمي ) ، وفضوله للتعرف على كبار العلماء وجها لوجه لم يكن أقل من رغبتهم وفضولهم في لقائه . وتمززت ثقته بنفسه بالتاكيد عندما وجد نفسه قادرا على الثبات بسهولة في صحبتهم ، والأكثر من ذلك أنه في هذا المؤتمر قابل « بلانك » لأول مرة ، فتكونت بينهما صداقة استمرت طويلا ، وأدت الى مراسلات علمية ضخمة .

ولهذا فعندما تسلم عمله كأستاذ في جامعة زيورخ ، كان مستقبله قد اتخذ قفزة هائلة . وأصبح التقدم سريعا كتجميؤض عن البداية البطيئة المخيبة للآمال . وكان آينشتين سعيدا بمودته الى أصدقائه القدامى في زيورخ ، المدينة التي كان له فيها ذكريات أيام الدراسة . ولكنه لم يمكث طويلا ، ففي عام ١٩١١ ، ورغم الصعوبات الكامنة في كونه يهوديا وأجنيبيا - عرض عليه منصب أستاذ كامل في الجامعة الألمانية في براغ ، والتي كان « ماخ » عميدا لها . وكعادة

آينشتين عندما سئل عن دينه رسميا ، أعلن بأنه «لا ديني» .  
ولكنه علم بأن الامبراطور فرانز جوزيف النمساوي المجري  
والذي يجب أن يصدق على التعيين كان مصرا على أن تكون  
للأساتذة ديانة معترف بها ، لأنه بدونها لا يمكنهم أداء قسم  
الولاء الضروري \*

بناء عليه فقد سأل آينشتين الموظف المسئول عن  
السجلات أن يغير انتماءه الديني المسجل لديه ، ولكن الرجل  
أجاب باستحالة ذلك بدون دليل \* وأصبح آينشتين في مواجهة  
مشكلة - وتحكى أخته كيف تمكن من حلها : فقد سأل  
الموظف المسئول عن الأساس الذي سجل بناء عليه أنه  
« لا ديني » ، ومع الطبيعى أن اجابة الرجل بأن ذلك بناء على  
اعترافه شخصيا بذلك ، وقد اعتقد الموظف أنه قد أفحمه  
بذلك الرد ، لكن آينشتين أجابه بثبات أنه يعلن الآن أنه  
« يهودي » ، عندها وجد الموظف نفسه مضطرا لتغيير الديانة  
الى « موسى » \*

وكما سنرى فيما بعد ، فإن الاعلان عن الانتماء لليهودية  
كانت له مدلولات رمزية تنبئية - ومن الخطأ اعتبار آينشتين  
يهوديا متمسكا بالطقوس ، صحيح أنه كان من أكثر الرجال  
«تدينا» ، ولكن معتقداته الدينية كانت أعمق من أن تصورها  
الكلمات - وكانت قريصة لمعتقدات الفيلسوف اليهودي  
« سبينوزا » فى القرن السابع عشر ، والذي نبذه اليهود -  
أما آينشتين مع حيث احساسه بالخضوع والرهبة ، والمعجب ،  
وشعوره بالتوحد مع الكون ، فهو ينتمى لكبار المتصوفة -  
وفى خطاب كتب عام ١٩٢٩ تحدث فيه عن نفسه كأحد أتباع  
«سبينوزا» الذى كان يعتبر الطبيعة ، بكل ما فيها ، على أنها هى  
الله - وقبلها بوقت قصير ، عندما سئل خلال الكابلات عبر

الأطلنطى عما اذا كان يؤمن بالله ، كانت اجابته : « أؤمن بالله كما يراه «سبينوزا» - ذلك الذى يتجلى فى التناسق المنظم الدقيق للموجودات ، وليس فى اله يشغل نفسه بمصائر وأفعال البشر » - وكان يكن لسبينوزا تقديرا بالغا - وفى عام ١٩٣٢ رفض دعوة لكتابة دراسة عنه قائلا : ان احدا لا يستطيع ذلك ، لأنها لا تتطلب خبرة فقط ، وانما نقاء وتواضعا غير عاديين - ومن تلك الرسالة نقتطف الفقرة التى سنتبين أهمية دلالتها فى فصول لاحقة « كان سبينوزا أول من طبق فكرة القيود المحددة لكل ما يحدث ، بتوافق حقيقى مع الفكر الانسانى ، والمشاعر والأفعال الانسانية » - وفى خطاب عام ١٩٤٦ تحدث آينشتين عن سبينوزا « كواحد من أظهر وأعمق الأرواح التى أنتجها الشعب اليهودى » - وفى العام التالى عندما طلب منه أن يوجز آراءه عن الايمان بالذات العليا كتب بالانجليزية :

« يبدو لى أن فكرة الاله الشخصى هى مفهوم متعلق بالأنثروبولوجيا لا يمكننى أخذها بجدية • كذلك فلا أستطيع تصور وجود ارادة أو غاية خارج المحيط البشرى • ان افكارى مقارنة لأفكار سبينوزا ، الافتتان بالجمال والايمان بالبساطة المنطقية للنظام والتناسق الذى يمكننا ادراكه بتواضع ادراكا جزئيا فقط • واعتقد أن علينا أن نقنع بمعرفتنا المحدودة والتعامل مع القيم والالتزامات الأخلاقية كمشكلة انسانية محضة ، وهى أهم مشاكل البشرية » •

وهذه المقتطفات واضحة بما يكفى • الا أنها مجردة تماما لا يبدو فيها الكثير من سبينوزا أو آينشتين • وغالبا

ما استخدم آينشتين لفظ « الله » كاستعارة للتعبير عن شيء  
ما خارج نطاق ادراكه .

وفى براغ كان هناك المزيد من النبوءة الرمزية ،  
ونعرف من كاتب سيرة آينشتين ، فيليب فرانك والذى خلفه  
فى منصب الأستاذية هناك ، أن البروتوكول كان يحتم  
على الأستاذ ليس فقط أن يقسم قسم الولاء ، بل وأن يرتدى  
زيا رسميا فخما موشى بالذهب ومحلّى بسيف ، يماثل زى  
الضابط البحرى ، ولكن آينشتين الكاره للمسكينة تبرع  
بهذا الزى .

وفى براغ أيضا التقى آينشتين للمرة الأولى بالمناضل  
بول ايرنفست Paul Ehrenfest عالم الطبيعة من فينا وأحد  
تلاميذ يولتزمان ، والذى كان يزور براغ ، ودعى ليكون  
ضيفا على آينشتين . وقد قابله الأخير فى محطة القطار ،  
وسرعان ما انخرط الرجلان فى مناقشات مثيرة استمرت  
ليومين ، أدى خلالها الرجلان بمض الثنائيات الموسيقية ،  
آينشتين على الكمان وايرنفست على البيانو . وكتب الأخير  
فى يومياته : « نعم سنصبح أصدقاء ، وكنت سعيدا للغاية  
بذلك » . ويتحدث آينشتين عام ١٩٣٤ عن هذه الزيارة :  
« خلال بضع ساعات أصبحنا أصدقاء حقيقين كما لو كانت  
أحلامنا وآمالنا مشتركة » . وقد كتبت هذه الكلمات فى  
تأبين ايرنفست .

وقد ظل آينشتين فى براغ لعام ونصف العام ، وهناك  
كما كان الحال فى زيورخ ، أستاذ غير عادى . لم يكن مزهوا  
بنفسه أو مختالا بالمنصب ، ولم يظهر كثيرا ، أو يحضر

الاحتفالات ، كما لم ينخرط فى الصراعات بين الأساتذة على المناصب .

وقد اقترح أن يخلفه إيرنفست فى براغ، ولكن إيرنفست تراجع عن اعلان ديانتة اليهودية ، فقد سبق له الالتفاف حول القانون النمساوى - المجرى الذى يمنع زواج اليهودى بالمسيحية ، ومن ثم أعلن إيرنفست وزوجته العالة «تاتيانا» رسميا أنهما « لا دينيان » ، ولم يكن إيرنفست رغم الحاج أينشتين على استعداد لاعلان خلاف ذلك ، حتى ولو شكليا .

وفى عام ١٩١١ استطاع أينشتين فى براغ تحقيق مزيد من التقدم فى نظرية النسبية العامة ، والتى كانت تكتمل بشكل بطيء . واستنبط فى عام ١٩١٢ قانونا أساسيا مبنيًا على فكرة الكم ( الكوانتا ) للظاهرة الكيميائية الضوئية ، سرعان ما أثبت معمليا على يد «إميل فاربرج» (Emil wharburg

فى برلين . فى نفس الوقت ، تلقى فى يونيو عام ١٩١١ دعوة لحضور المؤتمر الأول من سلسلة محاضرات علمية فى بروكسل خلال خريف نفس العام ، وقد ظلت هذه المؤتمرات مرتبطة باسم رجل الصناعة البلجيكي « إرنست سولفاي Ernest Solvay » والذى كان الممول والراعى لتلك المؤتمرات .

وقد نظم هذا المؤتمر زميل بلانك فى برلين عالم الطبيعة « والتر نرنست Walter Nernst » ، والذى كان متحمسا لأفكار أينشتين المتعلقة بفكرة الكم فى الحرارة الداخلية ، بعد رفض مبدئى شديد . وكان المدعوون قلة مختارة . وقد أشارت الدعوة لأعمال بلانك وأينشتين عن الكم ، ولم تذكر شيئا عن أفكار الكم الضوئية التى كانت لا تزال مشكوكا فيها ، والتى أوجدت أزمة فى النظرية الفيزيائية . وكان الغرض الاسمى من المؤتمر هو جمع الرواد من علماء



الفيزياء يأمل أن يتمكنوا خلال خمسة أيام متصلة من المناقشات المكثفة في أماكن فاخرة من علاج الأزمة التي سببتها النظرية الكمية في الفيزياء النظرية . وقد شارك في المؤتمر واحد وعشرون عالما ، ورأس الجلسات لورنتز منقطع النظير . وقد كانت دعوة آينشتين لهذا المؤتمر ، رغم أنها حتمية ، مؤشرا حيويا على مكانته ، فقد أصبح بالفعل واحدا من الصفوة .

ورغم أن المناقشات كانت علمية وحيوية وطويلة ، إلا أنها لم تحل المشاكل ، وبدا كما لو كان المؤتمر لم يحقق شيئا ، لكنه كانت له تداعيات هامة على الفيزياء النظرية ، فقد أعطى ، من بين أشياء أخرى ، للنظرية الكمية المحيرة وضعا لم يكن لها من قبل ، فقد كان لمجرد اقتناع بوانكاريه واسع النفوذ بأن لهذه النظرية أهميتها بداية لما تمخضت عنه الأحداث بعد ذلك .

وقد كتب آينشتين في نوفمبر عام ١٩١١ خطابين لصديقه الحميم البروفيسور هنريش زانجر Heinrich Zangger ، مدير معهد الطب الشرعي في جامعة زيورخ ، تضمننا بعض انطباعاته عن المؤتمر ، تقتطف منها ما يلي :

« ترأس لورنتز الجلسات بكفاءة لا تبارى واقتدار غير عادي ، وهو يتحدث اللغات الثلاث بنفس الطلاقة علاوة على قدراته العلمية الفريدة ، وقد تمكنت من اقناع بلانك بالكثير من مفاهيمي بعد أن عارضها لسنوات . هو رجل في غاية الأمانة ، يفكر في الآخرين ولا يفكر في نفسه . كان الأمر مثيرا للغاية في بروكسل . وبالإضافة للعلماء الفرنسيين المشاركين ، كورى لانجفين Langevin ، برين Perrin ، بوانكاريه

والألمان نرنست ، روبنز . Robins ، فاربورج  
 Warburg ، وسومرفيلد Sommerfeld وكان هناك  
 رذرفورد Rutherford وجينز Jeans ، وبالطبع  
 لورنتز وكامر لينج أونس Kamerling-Onnes  
 ولورنتز فلتة في الذكاء والكياسة ، ... كان  
 بوانكريه ببساطة عدائيا (تجاه النظرية النسبية)،  
 ورغم كل قدراته إلا أنه أظهر فهما محدودا  
 للموقف ، بينما بلانك حبيس مفاهيم مبدئية  
 فاسدة ... ولم يكن أحد يعلم أى شيء » \*

بمجرد أن أصبح آينشتين أستاذا في براغ بدأ جروسمان  
 ويومه بقليل زانجر وآخرون في البحث عن طريقة لاعادته  
 الى زيورخ . الى معهد البوليتكنيك هذه المرة ، وقد أرسلت  
 طلبات للأفراد المبرزين حول تقييمهم لآينشتين ، وقد ردت  
 مدام كورى بعد انتهاء مؤتمر سولفاي بفترة وجيزة بشهادة  
 باهرة :

« لقد أعجبت كثيرا بالأعمال المنشورة  
 لآينشتين حول الفيزياء النظرية الحديثة . والأكثر  
 من ذلك أنى اعتقد أن الفيزيائيين الرياضيين  
 كلهم متفوقون على اعتبار هذه الأعمال على أرقى  
 مستوى . وفي بروكسل ، حيث حضرت مؤتمرا  
 علميا شارك فيه آينشتين ، أعجبت بوضوح ذهنه  
 وسعة مراجعه وبروز علمه ، وباعتباره مازال  
 صغيرا للغاية ، فمن حقنا أن نضع فيه آمالا كبارا،  
 وأن نرى فيه واحدا من المنظرين الرواد في  
 المستقبل . وانى أرى أن المعهد العلمى الذى يعطى  
 آينشتين الفرصة فى العمل الذى يرغبه ، بتعيينه

فى منصب الأستاذية بالشروط التى هو جدير بها  
سيشرف للغاية بهذا القرار ، وسيؤدى خدمة كبرى  
للعلم بكل تأكيد » .

ومن بين آخرين كتبوا دعما لآينشتين كان بوانكاريه  
ولرسالته أهمية خاصة :

« السيد آينشتين واحد من المفكرين الحقيقيين  
الذين قابلتهم ، ورغم صغر سنه الا أنه احتل  
لنفسه موقعا مشرفا بين كبار العلماء فى عصره .  
وما يستحق الإعجاب بشكل خاص هو قدرته على  
التكيف بسهولة مع المفاهيم الجديدة واستخلاص  
النتائج . وهو ليس متمسكا بالمبادئ  
الكلاسيكية . وعندما يواجه مشكلة فى الفيزياء  
سرعان ما يتوصل الى كافة احتمالاتها . وهو  
يؤدى فوريا الى توقع ظواهر جديدة يمكن تحقيقها  
معمليا يوما ما . ولا اعنى بذلك أن كل توقعاته  
ستجتاز الاختبار المعلى ، فلاته يعمل فى كل  
الاتجاهات فعلى المرء أن يتوقع أن يكون معظمها  
طرقا مسدودة ، ولكن المرء يأمل فى الوقت نفسه  
أن أحد هذه الاتجاهات التى طرقها يمكن أن تؤدى  
للاتجاه الصحيح ، وهذا يكفى . فهكذا يجب أن  
يكون التحرك . أن دور الفيزياء الرياضية هو  
طرح الأسئلة ، وعلى التجربة العملية فقط الإجابة  
عليها » .

وفى يناير عام ١٩١٢ عين آينشتين بوظيفة الأستاذية  
لمدة عشر سنوات بالمعهد ذائع الصيت ، وقد علا نجمه فى تلك  
الآونة ، وأصبح مطلوبا . وعندما كان فى براغ تلقى

عروضيا للعمل كأستاذ في أوتريخت ولايدن ، وفي الأخيرة  
كتلف للورنتز الذي كان مقبلا على التقاعد . وعرض آخر  
من فينا براتب ضخيم . ولكن قلب آينشتين كان معلقا  
بزيورخ التي ارتبط بها فعلا . وعن هذا العرض الأخير  
كتب لصديقه زانجر في صيف ١٩١٢ م : « لقد رفضت . . .  
فلم يكن شيئا مشرفا أن « أبيع » نفسي بهذه الطريقة ،  
وأخذع الناس » .

وعلى ذلك فقد عاد آينشتين كأستاذ بمعهد البوليتكنيك  
بزيورخ ، الذي فشل منذ عدة سنوات في اختبارات الانضمام  
اليه ، وحيث حاول بعد التخرج بلا جدوى العمل به .  
ونتحدث في الفصل التالي عن أعماله الهامة هناك ، أما عن  
وظيفة الأستاذية في لايدن ، وبعد تعذر التعاقد مع آينشتين ،  
فقد اختار لورنتز إيرنفست خلفا له في المنصب .

قدر آينشتين ألا تطول إقامته في زيورخ ، فقد خطط  
كل من بلانك ونرنست لاعادته لبرلين . وسافرا في صيف  
١٩١٣ م لتقديم عرض له شخصيا ، أن ينتخب في هذه السن  
المبكرة ( ٣٤ عاما ) للانضمام للأكاديمية البروسية الملكية  
للملوم ، ذات الصيت الذائع ، وأن يحمل لقب الأستاذية ،  
وأن يصبح مديرا لفرع البحث العلمي بمعهد «القيصر ويلهلم»  
المزمع إنشاؤه . وسوف يكون على اتصال وثيق ببعض كبار  
العلماء في ألمانيا ، والأهم من ذلك كله ، من حقه التدريس  
أو عدم التدريس بحسب رغبته ، وبإمكانه إذا رغب أن يكرس  
كل وقته ومجهوده للعمل في أبحاثه .

كان هذا هو العرض ، وكان قبوله رسميا أمرا متوقعا ،  
فإذا كان الأمر كذلك ، فهل يقبله آينشتين ؟ بعد دراسة  
متأنية ، وجد الرجل نفسه غير قادر على الرفض .

ولنتذكر أنه بينما كان الرجلان يحاولان استمالة آينشتين للعمل فى برلين ، لم يكونا بعد من المؤيدين لنظريته الكمية للضوء ، ولم يكن بعد قد وضع نظريته التاريخية عن النسبية فى صورتها النهائية . فحتى بدون هذين العاملين الكبيرين ، كان قد اعتبر من أعظم العلماء فى عصره .

وبمعاونة نرست وروبنز ووايبرج - كلهم من كبار علماء برلين أعضاء فى الأكاديمية البروسية للعلوم . وقد ذكرهم آينشتين فى خطابه لزانجر عن مؤتمر سولفاى - كتب بلانك طلبا بخط اليد ووقع عليه من كل الأربعة ، وقدم لوزارة التعليم ، وفيه أثنى على آينشتين كعالم ، وألح على السلطات بأنه يستحق ما يتمتعون أن تمنحه الدولة له باسم القيصر ، ورغم أنه يهودى سويسرى ورغم إصراره على ألا يطلب أن يصبح مواطنا ألمانيا . . . ، وفى هذه الوثيقة اعتذر بلانك عن الاعتقادات التى قدمناها فى الفصل الرابع عن فكرة آينشتين عن النظرية الكمية للضوء .

وكان لآينشتين وسأوسه أن يشبه الدجاجة التى يتوقع منها أن تبيض ذهبا ، فهل يمكنه توليد المزيد من الأفكار عند الطلب ؟ وكما قال بعد سنوات فى موقف مختلف : « تأتى الأفكار من عند الله » ، أيضا لم يكن يثق فى المسبكرية الألمانية . ولكن العرض كان لا يقاوم ، وفى أبريل من عام ١٩١٤م ترك هو وأسرته سويسرا المعادية لتقليديا الى برلين . لقد حقق القمة فى عمله ، وكان معروفا لكل علماء العالم ، ولكن ليس بعد للامة .

★★★

## الفصل الثامن

من البرينسيب

الى برنسيب

فى صيف عام ١٩١٤م ظل آينشتين فى برلين ورحلت  
« ميليكيا » مع الأولاد الى زيورخ ، وكانت تلك نهاية الزواج  
عمليا .

ومع أغسطس كانت بداية الحرب الأولى ، ويهدف  
تحقيق انتصار سريع قام الألمان بحركة تطويق مباغتة  
انتهكوا فيها حياد بلجيكا بشكل متعمد ، واستمر القتال  
حتى نوفمبر من عام ١٩١٨م ، وخلف ملايين من القتلى .  
واجتاحت المشاعر الوطنية طرفى النزاع ، وانخرط العلماء  
والمتقنون فى الصراع بتعطش دموى ، لا علمى ولا عقلانى ،  
هز مشاعر برتراند راسل فى بريطانيا وآينشتين فى ألمانيا .  
وفى محاولة لتخفيف الأثر النفسى السلبي لغزو بلجيكا أصدر  
الألمان للعالم المتمددين اعلانا أنكروا فيه أنهم مذنبون ،  
وصوروا العسكرية الألمانية كمدافع لا لوم عليه عن الحضارة  
الألمانية . وقد وقع على الاعلان ثلاثة وتسعون مثقفا ألمانيا ،  
من بينهم بلانك ، وقد لاقى هذا الفعل رفضا كبيرا فى  
الخارج .

وقال آينشتين فيما بعد انه كمواطن سويسرى لم يظن به منه التوقيع على البيان ، ولم يكن ليفعلها على أية حال ، وعلى الفور تعاطف مع زميله الأستاذ جورج نيكولاى الذى كان يمد بشجاعة كبيرة لاعلان مضاد « اعلان الى الأوربيين » . وقد اتخذت هذه الوثيقة التى عاون فى اعدادها آينشتين ، طبقا لرواية نيكولاى ، موقفا مضادا بشكل حاد للمانيفستو الألمانى . وقد نادت بالتعاون بين العلماء فى الدول المتحاربة من أجل مستقبل أوربا ، واقتרכת انشاء جامعة أوروبية . ولم يجرؤ على التوقيع على هذه الوثيقة سوى أربعة ، آينشتين. ونيكولاى واثنان آخران .

لم يشارك آينشتين فى الحرب ، بل قدم كل امكاناته المتواضعة من أجل قضية السلام ، وبتركيز محموم أفرق نفسه فى أبحاثه . كان يختلس الوقت لأبحاثه فى مكتب البرامات ، والآن وهو يعمل فى جامعة برلين بينما أوربا تنزف دما لم يستطع مجددا الافلات من الاحساس بالذنب . ونتوقف عند هذه النقطة لتتحدث عن عمله فى النظرية النسبية العامة ، ولنفعل ذلك على مهل ، فالنظرية لم تبين بين عشية وضحاها .

ولنتسامل أولا ، ماذا عن نظرية الجاذبية لنيوتن ؟ من الواضح أنها لم تعد على حالها بعد وضع النسبية . لم تكن نظرية للمجال كنظرية ماكسويل ، والتى فيها يرسل المجال تأثيراته الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء . ففى نظرية نيوتن ليس هناك انبعاث مشابه . والجاذبية قوة لحظية تؤثر على البعد . بمجرد أن ترفع اصبعك يظهر أثرها خلال الكون . ومع ذلك ، وطبقا لنظرية النسبية ، لا شيء ينتقل بأسرع من

سرعة الضوء . وإضافة إلى التعدد الهائل للتزامنات ، كيف يمكن أن يكون التأثير لحظياً في كافة أرجاء الكون ؟ بل أن رؤية نيوتن نفسه لهذا الأمر تبدو من ثانياً هذا الخطاب .

« كون الجاذبية شيئاً لازماً في المادة ، بحيث يمكن لجسم أن يؤثر على جسم آخر عن بُعد خلال الفراغ بدون تدخل خارجي يمكن به ومن خلاله أن ينتقل الثقل والقوة من أحدهما إلى الآخر ، ذلك شيء يبدو لي نهاية في الفيزياء ، لا يمكن لرجل لديه القدرة على التفكير في المسائل الفلسفية أن يقتنع به » .

الكثير من العلماء ، ومن بينهم آينشتاين ، كانوا يبحثون عن طرق نسبية لتعديل نظرية نيوتن عن الجاذبية . ومنذ البداية تقريباً كان آينشتاين معنياً بمشكلة أكثر عمقا ، فقد تساءل « لم تكون الحركة المنتظمة حالة خاصة ؟ » الأفضل والأقرب للاقناع أن تكون الحركة مطلقة ، منتظمة أو غير منتظمة ، نسبية .

ولكن الحقائق كانت ضده بشكل واضح ، فمن الطبيعي أن المجلة مطلقة ، كلنا يعلم ذلك ، ولنا حاجة إلى دراسة « البرينسيبيا » لتقنع به ، ففي مركبة تتحرك ، لا نشعر بالحركة المنتظمة ، ولكننا نشعر بالمجلة بمجرد أن يحدث تغير ما في الحركة ، سواء في السرعة أو الاتجاه .

أمام مثل هذه الحقائق الصارخة لم يكن بإمكان آينشتاين اعتبار المجلة نسبية ، ولكنه ليس ممن يتراجعون أمام الحقائق المضادة التي تمأكس حدسه . إضافة إلى أن الانتقادات السابقة للفراغ والحركة المطلقين خاصة من



« ماخ » لعبت دورا رئيسيا في تحديد الطريق أمام آينشتين ،  
ودعمت من ثقته رغم أن الطريق الذي اختطه كان خاصا به ،  
لذلك قال ماخ أشياء قاسية عن نظرية النسبية الخاصة •

وفي ورقته عام ١٩٠٧م التي قدم فيها آينشتين معادلاته :  

$$ط = مك \times ح$$
 ، كان قد بدأ بالفعل في هجومه على قضية  
 العجلة ، وقد عاد إليها مجددا في بحث براغ عام ١٩١٠م •  
 وتعتبر حجتة في البحث الأخير من أعظم الانجازات في تاريخ  
 العلوم ، ليس فقط لما نتج عنها وإنما أيضا لأن آينشتين ،  
 إذا جاز التعبير ، قد اقتحم منسكب خصومه • وتوجد من بين  
 أسلحتهم ما يمكنه ( هو فقط ولا أحد سواه ) من قلب المفاهيم  
 التي كانوا يدافعون عنها • ولنأت إلى جوهر القضية •

هل العجلة مطلقة ؟ حسنا ، فلنعتبرها كذلك ، ولنرى  
 ما يمكن استخلاصه من ذلك • ولنتصور مركبة (معصرا صغيرا)  
 في الفضاء ، بعيدة عن الأجسام الجاذبية ، بحيث أن من بداخلها  
 لا يشعر بالوزن • ولنفرض أنها تتحرك في الاتجاه لأعلى  
 في عجلة منتظمة ، تتزايد فيها السرعة بعقدار ٣٢ قدم/  
 ثانية •

#### العجلة نسبية ؟ لماذا ؟

ولماذا نتساءل ؟ السنا متفقين على أن العجلة مطلقة ؟ بلى ،  
 ولكن إذا كانت السرعة المنتظمة نسبية ، فما معنى قولنا  
 ٣٢ قدم/ثانية ؟ ذلك ما لا يمكن بحثه في المعمل •

لا تلاعب بالآلفاظ ، رغم أن السرعة لا يمكن استشعارها  
 هناك إلا أنه بالامكان استشعار العجلة ، التزايد في السرعة

بمقدار ٣٢ قدم/ثانية كل ثانية - فهي على سبيل المثال تعطى لركاب المركبة الاحساس بالوزن -

إذا تضمنت هذه الاجابات العاسمة شيئا من البلبلة ، فهذا امر طيب - فهي تظهر أن هناك شيئا غير طبيعي ، أن نكيل بمكيالين في مسألة النسبية ، فنلحقها بالسرعة المنتظمة ، ولكن ليس بالمجلة - ومع ذلك فنحن نعلم من خبرتنا اليومية بأن المجلة مطلقة ، وقد قال بذلك أيضا نيوتن ، وهو رجل له شأنه ، بل وأقر بذلك آينشتين ، بشكل ما ، لأن المجلة مطلقة في النظرية النسبية الخاصة -

ولنعد الآن الى المعمل المتسارع « لأعلى » بمجلة مقدارها ٣٢ قدم/ثانية - كل الأجسام الحرة فيه تتحرك بانتظام في خطوط مستقيمة ، هذا ما يقوله القانون الأول لنيوتن ، ولكن بالنسبة للمعمل المتسارع ، ستبدو هذه الأجسام غير المتسارعة كما لو كانت متسارعة « لأسفل » ، بمقدار ٣٢ قدم / ثانية - وبقياس هذه المجلة على سبيل المثال يمكن تأكيد أن معملا له بالفعل عجلة مطلقة « لأعلى » مقدارها ٣٢ قدم/ثانية كل ثانية -

ولكن مهلا ، ان الأجسام مهما كان تكوينها لها نفس المجلة المتناقصة ، ألم تسمع بذلك من قبل ؟ بالطبع ، ففي القصة المألوفة عن جاليليو وهو يرمى أشياء من برج بيزا المائل ، كان لكل الأجسام الساقطة بتأثير الجاذبية نفس العجلة ، ( مع افعال مقاومة الهواء ) - ولهذا فعلى الأقل ، وفيما يتعلق بالأجسام الملقاة ، فإن التأثيرات في المختبر الصغير المتسارع في الفضاء تماثل التأثيرات في مختبر صغير غير

متسارع على الأرض . ويمكن أن نمضى لأبعد من هذا ، فمن التجارب الأولية فى الفيزياء تبين أن كل التأثيرات الميكانيكية ، وفقاً لقانون نيوتن ، فى المختبر فى الفضاء تكون نسخة بالضبط لما يحدث للمختبر على الأرض .

كنا نعتقد أن التجارب الميكانيكية داخل المختبر الفضائى سوف تبين لنا أن المختبر يصعد لأعلى بعجلة متزايدة مقدارها ٣٢ قدم/ ثانية<sup>٢</sup> ، فإذا بها تبين لنا أننا فى مختبر على الأرض ، تحت تأثير الجاذبية . وبهذا المفهوم الميكانيكى فإن العجلة ليست مطلقة بحال من الأحوال .

لاحظ الجراءة فى هذا الجدل ، فقد بدأنا بالتسليم بأن العجلة مطلقة ، واسترسلنا فى القياس بهذا المفهوم ، واستخدمنا قوانين نيوتن بشكل مباشر ، وفجأة نجد أنه فيما يتعلق بالتأثيرات الميكانيكية فإن العجلة نسبية .

هذه النتيجة الهامة مبنية على مفاهيم بسيطة معروفة للعلماء منذ قرون ، وهى مفاهيم لها مضامين لم يكن لأحد سواء من الفطنة لادراكها طيلة هذه السنوات . وهنا كانت ( ضربة المعلم ) المبقرية . فهو وقد وصل الى هذا الحد ، فقد قام بحذف عبارة « فيما يتعلق بالتأثيرات الميكانيكية » ، وأعلنها صريحة وبلا تخصيص ، أن العجلة نسبية . كيف فعل ذلك ؟ بإعلانه عام ١٩٠٧م بما أسماه « مبدأ التبادلية Principle of equivalence » ، وهو مبدأ شهير بحق ، وينص فى مضمونه على أنه « ليس لتجربة داخلية ، ميكانيكية أو غير ميكانيكية ، أن تكشف أى فرق بين المختبر الصغير المتسارع فى الفضاء بالعجلة المذكورة ، وقرينه القابع على الأرض » .

لم يكون لذلك كل هذه الأهمية ؟ علينا أن نكتفى في الوقت الحاضر بإجابة هامة ، وإن كانت ثانوية نسبيا : لأن أينشتين استطاع إجراء حسابات تقريبية بسيطة في مختبر متسارع ، وقد أمكنه نقل النتائج إلى مختبر ولقح في مجال الجاذبية ، ولهذا قدم توقعات قابلة للاختبار عن الجاذبية .

وسنرى ذلك بأنفسنا حالا . ولكن قبل أن نستطرد علينا أن نلأ الفراغ الكبير يذكر هذه اللمحة الحاسمة من البصرة التي وجهت ذهن أينشتين في هذا الاتجاه بالتحديد . ولحسن الحظ فقد بين بنفسه فيما بعد كيفية تطور هذه الأفكار . لقد غير نظرية نيوتن عن الجاذبية لتتناسب مع النظرية النسبية الخاصة ، لكن الحسابات أقنعت أنه ، وفيما لهذه النظرية الجديدة ، فإن الأجسام ذات البطاقات المختلفة تسقط بمجالات مختلفة . وهذا يناقض نظرية جاليليو التي تقضي بأن الأجسام كلها تسقط بنفس المجلة . وقال أينشتين : « أن هذا القانون الذي يمكن أن يسمى قانون تساوى كتلة القصور الذاتي وكتلة الجاذبية ، قد وضع بالنسبة لي في موضعه الصحيح ، بكل ما فيه من أهمية . ولقد دهشت له بشكل بالغ ، وخمنت أن يكمن فيه الفهم الأعظم للقصور والجاذبية » . أن ما أشرق في ذهن أينشتين هو أن هناك شيئا مربيا في طريقة تفسير نظرية نيوتن لقانون جاليليو ، لقد استخدم نيوتن مفهوم الكتلة بمعنيين ، الأول كمقياس لقصور الجسم ، ودرجة مقاومته للتغير في الحركة ، والثاني كمقياس لتأثير الجاذبية على الجسم ، إذا ما تضاعفت كتلة الجسم ، فإن الأرض تجذبه بقوة مضاعفة ، وحيث أن مقاومة القصور الذاتي للحركة ستتضاعف أيضا ، فإن المجلة ستظل كما هي . لذا فإن نيوتن فسر قانون جاليليو بأنه اعتبر أن كتلة

القصور وكتلة الجاذبية هما نفس الشيء ، ولكن ذلك يخفي حقيقة الاختلاف الجوهرى بينهما . وقد تنبه أينشتين فجأة الى أن هذا التساوى ما هو إلا مصادفة عددية محضة ، أما أينشتين فمن خلال مبدأ التعادلية جعل من قانون جاليليو حجر الزاوية لنظريته العامة للنسبية ، بهذا فقد تعامل معه كأحد الأساسيات ، وليس كنتيجة لمصادفة عارضة . كان بذلك يتنحى نحو أعلى صورة من التبسيط .

ولننظر الآن فى بعض ما استخلصه أينشتين من مبدأ التعادلية ، ما بين عامى ١٩٠٨ و ١٩١٨ م ، ونشير للمختبر المتسارع فى الفضاء بـ « معمل ف » . والمختبر الأرضى داخل نطاق الجاذبية « معمل ص » .

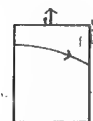
أولا ، نتصور كتلة من المادة معلقة فى زنبرك من سقف معمل ف . ومثلها تتدلى من سقف معمل ص ، تحدث استطالة فى الزنبركين ، فى الأول بسبب قصور الكتلة للمجلة ، وفى الثانى بسبب الجاذبية . الاستطالتان متساويتان ، ولذا فإن كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان . وليس ذلك مستغربا ، لأنه من أساسيات مبدأ التعادلية .



والآن لنفرض أن الكتلتين تمتصان نفس القدر من طاقة الاشعاع ، عندئذ ، وطبقا للمعادلة  $E = mc^2$  فإن كل

كتلة تكتسب المزيد من الوزن ، ويستطيل الزنبركان بمقدار إضافي متساو . لماذا ؟ لأن مبدأ التعادلة يؤكد أن ما يحدث في المعمل الأول يحدث في الثاني تحت نفس الظروف . ولكن في حالة الاستطالة الإضافية في المعمل الفضائي ، فهي مقياس لكتلة القصور ، أما في المعمل الأرضي فهي مقياس لكتلة الجاذبية . لذلك فإن للطاقة كتلة جاذبية وكتلة قصور متساويتين . وهنا تتشكل وحدة آينشتين بتناسقها أمام أعيننا بلا أية إشارة للرياضيات . ان الخاصية المميزة في الواقع لأعمال آينشتين في عامي ١٩٠٧ و ١٩١١م هي أنه توصل لأهم نتائجه مستخدما ، في أغلب الأحيان ، أبسط المبادئ الأولية . ومن النادر أن أظهر شخص مثل هذا الحدس المذهل .

ولنمض مع آينشتين ، نتصور شمعا من الضوء في المعمل الفضائي ، ينتقل في خطوط مستقيمة ( في الفراغ المطلق ) ، ولكن نتيجة للمجلة المتسارعة ، فإنه سيبدو كما لو كان منحنيا لأسفل بالنسبة للمختبر نفسه (٥) . لذلك ، كما استخلص آينشتين عام ١٩٠٧ م ، فإن شعاع الضوء المنقول خلال المعمل الأرضي سوف ينحني أيضا ، ان « أشعة الضوء تنحني بفعل الجاذبية ١١ » .



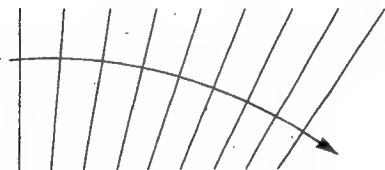
معمل ف Aclab



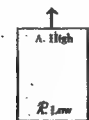
معمل ض Gravitlab

(٥) مقدار الانحناء في الشكل مبالغ فيه بقدر كبير .

وهذه نتيجة هامة في حد ذاتها ، ولكنها لها تداعياتها أيضا ، اذا ما اعتبرنا أن الضوء على هيئة موجات ، عندئذ ، وكما هو مبين في الشكل التالي ، فإن الانحناء في اتجاه الأشعة لأسفل يعني أن الجزء الأخير من الموجة سيكون متأخرا ، وماذا يعني ذلك ؟ أن سرعة الضوء ليست ثابتة ، وإن الجاذبية تتحكم فيها • محض تجديد ! ومن أينشتين نفسه •



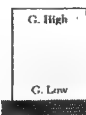
ولكننا لم ننته بعد من مبدأ التماثلية • دعنا نضع الأفراد: الأفراد : فح ، وفح ، وضح ، وضح ، كما هو مبين في الشكل في أعلى وأسفل المختبرين الفضائي والأرضي ، ويبدو كل منهم ساعة دقيقة • وقد بين أينشتين ، وبدون الدخول في



فح

ضح

معمل ف



ضح

ضح

معمل ف

تفاصيل ، أنه بسبب العجلة فانه في المختبر الفضائي ، سيجد الفرد العلوى ساعة زميله السفلى أبطأ من ساعته هو ، بينما يرى السفلى ساعة زميله العلوى - مفاجأة أسرع من ساعته هو (٦) - وتطبيقا لمبدأ التعادلية ، يجب أن يرى الفرد العلوى ساعته أسرع من ساعة زميله ، ويرى السفلى ساعته أبطأ من ساعة زميله ، ومعنى ذلك أن الجاذبية تسبب انحرافا فى الوقت ، وتعمل ذلك بصورة غير متوقعة .

لم يكن أينشتاين يستكشف الأفكار فقط ، وانما كان يبحث أيضا عن التأثيرات الممكنة تأكيدها معمليا . ولناخذ قضية الاختلاف فى سرعة الساعات ، ولنستبدل بها تردد الضوم الصادر من الذرات ، عندئذ ، وكما بين أينشتاين عام ١٩٠٧م ، عندما نقارن الضوم المنبعث من ذرات على الشمس بمثيلتها على الأرض ، نجد أن الأولى أقل بجزء من المليون من الثانية ، ولأن هذا التأثير يتضح فى انحراف بسيط لخطوط الطيف تجاه اللون الأحمر ، فانه يسمى « الانحراف الأحمر للجاذبية » .

أما فيما يتعلق بانحناء الضوم بفعل الجاذبية ، فلم يكن هناك من وسيلة متاحة فى ذلك الوقت لاجتبارها ، ولكنه فى عام ١٩١١م توصل الى ذلك ، بحساب الانحراف فى شعاع الضوم القادم من أحد النجوم ، عندما يتصادف مرور ذلك الشعاع بجوار الشمس ، حيث قدر الانحراف الظاهرى فى

---

(٦) يمكن تفسير ذلك بالآتى : تخيل أن ساعة الفرد السفلى تبعث بترددات ضوئية للعلوى ، فيسبب أن العلوى يتأخر ، لأن معدل وصول الموجات له تقل شيئا فشيئا ، ومن ثم يحدث الانحراف المشار اليه ( ويسمى تأثير دبلز ) ، أما الموجات الصادرة من العلوى للسفلى المقرب هذه المرة ، فإن تأثير دبلز سيكون فى اتجاه معاكس .



موضع النجم بمقدار  $0.87$  ثانية دائرية (٧) ، وأن هذا الانحراف يمكن الاحساس به خلال كسوف كلي .

وقد قام عالم الفلك الألماني ايروين فينلاي - فرويندليش Erwin Finlay-Freundlich ، بإحشا عن أدلة هذا الانحراف باختبار الصور الفوتوغرافية المتاحة عن الكسوف بلا نجاح ، ولما كان من المتوقع حدوث كسوف كلي في روسيا عام ١٩١٤م ، فقد سافر الى هناك لاختبار نظرية آينشتين ، وقد كان عدم تمكنه من ذلك بسبب اندلاع الحرب نوعا من سوء الحظ ، ولكن كفا سنرى فقد كان للأمر جانبه المشرق أيضا .

ورغبة منه في معرفة ما اذا كان انحراف أشعة الضوء هي واقعا بفعل الشمس ، فقد كتب آينشتين من زيورخ في ١٤ أكتوبر عام ١٩١٣ م لعالم الفلك الأمريكي الشهر « جورج هيل George Hale » متسائلا عن امكانية اختبار ذلك دون انتظار للكسوف ، وبعد استشارة زملائه رد عليه باستحالة ذلك ، وكان لذلك أيضا جانبه المشرق . ولخطاب آينشتين هذا أهمية كوثيقة شخصية ، خاضة وأنه كتبه بعد دعوته لبرلين ، ولكن قبل أن يفادر زيورخ . ويقول في هذا الخطاب انه يكتبه بناء على نصيحة زميله البروفيسور مورر Mourer ، وأيضا ، جعل البروفيسور مورر يكتب فقرة يقول فيها : « شكرا جزيلا على الرد على السيد الأستاذ آينشتين ، زميلي المبجل في الكلية » وقد أعطى توقيع مورر مع خاتم الكلية الرسمي وزنا اضافيا - ومن هذا ثرى أن آينشتين كان حريصا على أن يعامل طلبته بجندية ، وأنه

---

(٧) التقدير الصحيح هو  $0.87$  ، ولكن آينشتين لم يكن حاضرا في الحساب .

بتواضعه الداخلى لم يكن متاكدا من أن اسمه فقط سيكون له التأثير المطلوب ، هكذا كان الرجل ، وتلك كانت طبيعته . وفى مثل هذه الظروف كان من المتوقع أن يولى أينشتين عناية خاصة فى كتابة الرسالة ، ولكنها لم تكن تخلو من كلمات مشطوبة ، فهو معنى بالمضمون الأساسى وليس بالشكل ، وتلك لمحة أخرى عن أينشتين الرجل .

وحتى بدون أدلة عينية ، كان أينشتين واثقا من مبدأ التماثلية الذى وضعه . وكان مدركا تماما أنه مجرد تصور مبدئى ، يعتبر بداية انطلاق تجاه شيء يحسه بشكل غامض وغير محدد ، ولم يتخذ شكله النهائى بعد . ولكنه كان يعلم بداخله أنه يحوى قدرا كبيرا من المفاهيم الطبيعية والجمالية ، وهى التى يسترشد بها . فأولا وقبل كل شيء فيها الوحدة الفنية ، حيث لا داعى لافتراض نوع من النسبية للتأثيرات الميكانيكية وآخر لبقية الفيزياء ، اضافة الى أنها بالنسبة له كانت المؤشر الحاسم أنه لم يكن واحدا أو حالما عندما رغب أن تكون الحركة كلها نسبية ، والأكثر من ذلك أنها أظهرت أن تحقق رغبته سيؤدى الى نظرية للجاذبية لا يمكن احتواؤها ضمن اطار نظرية النسبية الخاصة . وكما لو كان ذلك غير كاف ، سنرى الدقة غير العادية التى قاده بها مبدأ التماثلية وصولا الى النظرية العامة للنسبية ، وكلها نابعة من تبصر مدهش ومفاجئ بخصوص تعادل كتلة القصور وكتلة الجاذبية فى نظرية نيوتن ، ولا معنى هذا عدم وقوع أينشتين

فى اخطاء خلال هذا العمل ، ولكن حدسه على الدوام كان يعيده للطريق الصحيح •

لا تتحقق الانجازات العلمية بسهولة • مازال امام آينشتين الكثير • ما هى خطوته التالية ؟ الى تأثير الجاذبية على سرعة الضوء ، حيث ان هذا يجب النظرية النسبية الخاصة التى تقول بثبات سرعة الضوء لكافة المشاهدين • كذلك كان المعروف بالنسبة لعلماء الطبيعة ولاكثر من قرن من الزمان ان قانون نيوتن عن « الفعل عن بعد » للجاذبية يمكن التعبير عنه بمعادلة « مجال » واحدة لحساب كمية رياضية متغيرة تسمى « جهد الجاذبية » • لماذا لا تلعب سرعة الضوء المتغيرة الدور النسبى لجهد الجاذبية النيوتونى ؟ كانت فكرة جيدة لاقت قبولا لدى آينشتين ، ولكن بعد العمل عليها اتضح بان التوصل لنظرية مقبولة عن الجاذبية ، لا يمكن ان يتم بسهولة • وكان هذا التخطى ارهاصا بفتح كبير ، لأنه اذا لم تكن سرعة الضوء المتغيرة كافية لتمثيل الجاذبية رياضيا ، فمن غيرها يكون ؟

لنتعمش ذاكرتنا عن المختبريخ الفضائى والأرضى • لو كان المعمل الفضائى غير خاضع للتغير فى السرعة ، فان الجسيمات الحرة تتحرك خلاله فى خطوط مستقيمة ، وسرعة ثابتة ، وذلك وفقا لقانون القصور الذاتى ، وللقانون الأول لنيوتن • وعندما ندخل التسارع على المختبر ستبدو الجسيمات وكأنها تتساقط لأسفل ، كما لو كانت تحت تأثير جاذبية كالتى فى المعمل الأرضى •



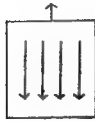
المسارات في معمل ضي      المسارات في معمل ف      المسارات دون تصارع : أ

وقد أعد أينشتاين خطة لهذه الحملة • ونفسرها بشكل مبسط : أولا ، نضع قانون القصور في شكله النسبي الذي ينص على أنه في نطاق الزمكان ، فإن الخطوط الكونية للجسيمات غير المتحركة تكون مستقيمة • عندئذ ، وبالتحويل الرياضي ، نمثل الموقف في المعمل الفضائي ، وبشكل تلقائي فإن ذلك يمثل الموقف في المعمل الأرضي فيزيقيا ، وبذلك يمكن الحصول على لمحة عن كيفية التعامل مع الجاذبية رياضيا •

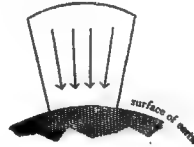
لماذا لمحة ؟ لماذا لا تكون نظرية متكاملة ؟ لأن النتائج تعبر فقط عن التأثيرات المحلية للجاذبية ، حيث أنه لو كان المعملان كبيرين بدرجة كافية ، عندها لن يكون التماثل تاما • ونرى ذلك في الشكل التالي ، والذي يبدو فيه أثر انحناء الأرض حين يكون المعمل الأرضي كبيرا على افساد التماثل •

عموما ، كل لمحة تكون لها قيمتها حينما يكون الطريق غير واضح • وبالفعل كان الأمر كذلك ، فقد واجهت أينشتاين

مجموعة من المشاكل المتداخلة • فانحراف الزمن بفعل الجاذبية بين لاينشتين أن الفراغ بارتباطه العميق بالزمن ، يجب أن ينحرف هو أيضا بفعل الجاذبية • والأكثر من ذلك ، فإن الانتقال الى المختبر المتسارع يستتبع تشوهها في نظام الأبعاد للزمكان ، هذا التشوه يعنى أن الأبعاد لم تعد مرتبطة بشكل مباشر بمقاييس الزمن والأطوال القياسية • ولكونه كان محروما من أجهزة القياس الفيزيائية ، فقد أحس آينشتين بأنه ضائع ، ومضى وقت طويل قبل أن يتبين أن هنا أيضا توجد لحظة ، ولحظة قوية أيضا • لقد كان مضطرا لاعادة دراسة مشكلة المحاور والمقاييس برمتها ، ولم تكن المهمة سهلة •



الضوء متوازية  
لأجسام ساكنة  
في معمل ف كبير



مسارات مائلة  
للأجسام الساكنة  
في معمل ض على  
سطح الأرض

بصيرته النفاذة هي التي مكنته من الاستمرار • ليكن ندخلنا لهذه المسألة عن طريق التشبيه : سيارتان تصطدمان • يأتي الشرطي ليسجل بيانا بالمحاور ، الزمن والمكان ، للمحادث ، ونفرض أن المكان هو تقاطع شارعى ٢٠ و ١٥ • عندئذ نتصور مدينة مخططة بصورة جيدة ، وموقعة على

ورقة مربعات ، مما يمكننا من تحديد المسافة بين موقع الحادث ونقطة الشرطة مثلا الموجودة عند تقاطع شارعى ٥ و ٨ . أما لو كان المكان قد حدد بأنه تقاطع شارعى كذا وكذا وأن نقطة الشرطة عند تقاطع شارعى كيت وكيت ، عندئذ نأخذ فكرة عن مدينة عشوائية ليس فيها ما يعطينا فكرة عن المسافات ، الا مع وجود خريطة .

ليس صحيحا أنه ليست لدينا أية فكرة . فنحن نعرف أن السيارتين حين اصطدمتا كان يفصل بينهما ( صفر ) زمن و (صفر) مسافة . وقد تقول ان هذا من التفاهة بحيث لا يستحق الذكر . ولكن ذلك كان بالتحديد الالهام الذى وافى أينشتين ، محاور الزمن والفراغ هى مجرد أدوات للتسمية . والفيزياء ، التى تشكل عملية التصادم تلك مجرد حادثة ، تتعامل أولا وأخيرا مع الأحداث المتوافقة الحدوث ، وأيا كانت الاحداثيات المستخدمة ، فمثل تلك الأحداث ستظل متوافقة الحدوث .

وما أن يذكر ذلك ، حتى يبدو أمرا واضحا ، وهنا يكمن الجمال فيه ، مثل الكثير غيره من نفاذ البصيرة التى واثت أينشتين بعد صراع طويل . وأصبح الآن قادرا على المضى فى هذا الطريق الى نظرية النسبية العامة ، اذا كانت الحركة كلها نسبية ، لذا علينا قبول التشوهات فى نظم المحاور المختلفة ، حتى ولو كانت علاقتها بالمقاييس المباشرة مستحيلة التوصيف . ولمدة أسباب توصل أينشتين الى أن عليه ألا يفضل شيئا على الآخر ، وأن معادلات الطبيعة يجب أن توضح بشكل يجعل كافة أنظمة المحاور للزمكان على قدم المساواة ، وهو ما أسماه « مبدأ التماثل العام » Principle of general covariance .

وفى براغ حقق تقدما طفيفا فى تطبيق هذا المبدأ ،  
فقد استشف ما سيقابله من مشاكل رياضية ضخمة ، وعند  
عودته الى زيورخ عام ١٩١٢م اتخذ الخطوة الصحيحة  
لمواجهتها . لقد بحث مع المساعدة ممن يملك الخبرة ، وكما  
كتب فى رسالته المؤرخة ٢٩ أكتوبر ١٩١٢م : « اننى مشغول  
بمشكلة الجاذبية » واعتقد الآن اننى سأغلب على كل  
الصعوبات بمعونة صديق من علماء الرياضيات . وهناك  
شئ مؤكد ، هو اننى لم يسبق لى أن عانيت لهذه الدرجة ،  
وأىضا اننى قد أصبحت مدينا باحترام كبير للرياضيات ،  
وتلك الأجزاء الدقيقة منها ، والتي لسذاجتى كنت أعتبرها  
رفاهية ، فبالمقارنة بهذه المشكلة تبدو النظرية الأصلية  
لنسبية كالمب أطفال » .

ولم يكن ذلك الصديق سوى صديقه الحميم مارسيل  
جروسمان ، والذي لجأ اليه وقت الحاجة للمرة الثانية . قد  
يكون الحظ أو القدر ، فقد كان التخصص الرياضى  
لجروسمان هو المناسب تماما لاحتياجات أينشتين ، ولولا هذا  
الدعم الرياضى القوى لتأخر أينشتين طويلا فى التوصل الى  
النظرية النسبية العامة . وبرغم ذلك ، فلا بد أن ذلك  
التعاون كان غريبا ، لأن جروسمان ، وهو رجل رياضيات  
متبحر ، كانت له رؤية مختلفة عن رؤية صديقه عالم  
الفيزياء . وبين هذا الاختلاف بشكل طريف من خلال طرفة  
يرويه أينشتين فى « ذكريات » ، والتي كتبت قبل وفاته  
بقليل ، فى كتاب الاحتفاء بالعيد المشؤى للبوليتكنيك  
بزيورخ ، ويتكلم فيها عن أيام التلمذة : « ألقى جروسمان  
يوما بملاحظة رائعة . لا يمكننى الا أن أورها هنا . »  
قال : « أعترف بأنى تعلمت شيئا من دراسة الفيزياء ،

فسابقا كنت حين أجلس على كرسي تصيبني قشعريرة حينما أحس بالحرارة المتخلفة عن جسد الجالس قبلي عليه • ولكن ذلك قد زال، لأنه في هذا الشأن بالذات فقد علمتني الفيزياء أن الحرارة شيء غير شخصي تماما » •

ولنتذكر أن المصاعب الرياضية التي واجهت آينشتاين كانت تكمن في صياغة معادلات تتفق مع مبدأ « التماثل العام » ، ويبدو أن أحد الزملاء في براغ قد أخبره بأن الأداة الرياضية المناسبة لتلك الصياغة موجودة ، ولكنه لم يبدأ في البحث عنها الا في زيورخ من خلال المعونة الصادقة من جروسمان • ولم يكن سلاحا هينا من السهل التعامل معه ، ويسمى « رياضيات التانسور tensor calculus » (٨) • وقد طورها في الأساس عالم الرياضيات الايطالي « جروجوريو ريتشي Grogorio Ricci » والذي قام بالخطوة الحاسمة فيها عام ١٨٨٧م ، نفس العام لتجربة ميكلسون مورلي ، وأيضا اكتشاف التأثيرات الكهروضوئية •

ولما كانت معادلات التانسور لا تفرق بين أنظمة الإحداثيات ، فقد كانت بالتحديد هي ما يحتاجه آينشتاين ، وبواسطتها وبمعونة جروسمان استطاع تنفيذ خطته في القيام بحملة لاكتشاف الهوية الرياضية التي يمكن بها تمثيل الجاذبية • وقد بدأ بالخطوط المستقيمة في الزمكان ، فملاحظة التأثير الرياضي للانتقال الى المعمل الفضائي ، استطاع التوصل الى أن سرعة الضوء ليست ثابتة ، وأنها مرتبطة بالجاذبية ، أما الآن فقد كتب المعادلات المناظرة عن الجسيمات الحرة الحركة التي كان يبحث عنها ، وبالإنتقال

(٨) تسمى أيضا « الكميات الممتدة » ، و « المتوترات » وهو نوع من الرياضيات يتعامل مع مصفوفات الاتجاه على مستوى محدد - ( المراجع ) •



الى الاحداثيات العامة المعرفة ، فقد قاده ذلك الى معادلة تنسور على أعلى قدر من الأهمية الهندسية ، ويسمى « التنسور المتري  $metrical\ tensor$  » \*

وبين مثال ثنائى الأبعاد دور ذلك العامل المذكور ، حيث يمكن تحديد وضع نقطة على سطح المحيط بتعيين الاحداثيين ، خط الطول وخط العرض ، وعندما يقوم قارب برحلة ، وإذا علمنا احداثيات نقطة البدء ونقطة الوصول ، وافترضنا أن القارب قد اتخذ أقصر الطرق ، أمكننا أن نقيس المسافة الفعلية التى قطعها القارب ، رغم أن التنفر فى احداثيات الطول والعرض ليس مسافة ، ولكن ما يمكننا من أن نحول تلك التنفريات الصغيرة المتحدة الأحداث مباشرة الى المسافة المقطوعة هو ذلك العامل الرياضى ، حين يكون على صورة ثنائية الأبعاد - وفى عام ١٨٢٧م ، قبل ظهور فكرة التنسور بوقت طويل ، بين عالم الرياضيات الألمانى الكبير كارل جاوس  $Karl\ Gauss$  من جوتنجن ، أن مثل ذلك العامل يحوى دلالات هندسية عميقة ، وإذا ما أجرينا عليها بعض العمليات الرياضية المعقدة يمكن أن نتعرف على طبيعة السطح الذى نكون موجودين عليه ، كأن نجد أننا على سطح منحن كجزء من كرة ، وليس مثلاً على سطح منحن كسرج حصان ، أو مسطح كجزء من مستو - والأهم من ذلك أننا نتوصل لذلك بشكل جوهري ونحن فوق السطح ذاته ، أى بلا أية اشارة لشيء خارج هذا السطح \*

وإذا لم يكن حدس آينشتين قد أخذه بميدا ، وإذا كان مبدؤه «التعادلية» ، والذى لم يخضع للاختبار بعد ، جديراً بالثقة ، عندها فإن التنسور الرياضى الأبعاد للزمكان ، وهو الذى يربط الاحداثيات بالمقاييس ، يصبح هو الهوية التى

تمثل الجاذبية ، ومن هنا برزت الخلاصة البارزة بأن الجاذبية لا بد وأن تكون أساسا هندسية •

وبسبب دور الجاذبية المكتسب حديثا للتنسور المذكور ، فقد رمز له أينشتين وجروسمان بالرمز  $\gamma_{\mu\nu}$  ، وحيث ان هذا الرمز يحتاج لدليلين ، فقد أعطى الشكل  $\gamma_{\mu\nu}$  وعندما قرر أينشتين استعمال ذلك الرمز لتمثيل الجاذبية ، فانه قد اتخذ خطوة جبارة ، لأنه حسبما نذكر أنه يمكن التعبير عن نظرية الجاذبية لنيوتن بمعادلة مجال واحدة ، عن جهد جاذبية فردى ، ولكن صياغة التمسور هي صياغة موجزة ، وفي الأبعاد الأربعة فان الرمز البسيط  $\gamma_{\mu\nu}$  يمثل عشر كميات رياضية ، أما القفزة الدرامية مع جهد واحد الى عشر فقد كانت جرأة بلا حدود ، وبسبب جرأته هذه أصبح أينشتين في مواجهة مهمة التوصل لايجاد عشر معادلات متوافقة للمجال الجاذبية •

وفي عام ١٩١٣م قام أينشتين وجروسمان بنشر بحث ثنائي فتح آفاقا جديدة لأبحاثهما ، وضع أينشتين الجانب الفيزيائي منه ، بينما تولى جروسمان الجانب الرياضى • وفي ١٩١٤م نشر اسويا بحثا جديدا ، وباستعادة هذه الأبحاث والتأمل فيها نرى الى أى مدى كان العالمان قريبين من تحقيق هدفهما ، فقد كانت كل المكونات الرياضية متاحة عمليا ، وكذلك ، وكما لاحظ أينشتين لاحقا ، فقد أخذنا في الاعتبار معادلات المجال الفعلية ، ثم تركاها لأسباب بدت في حينها قهرية • فلأن المشاكل شديدة التعقيد لتفسير الفيزياء لم تكف قد جلبت بعد في ذهن أينشتين ، فقد اعتقد أنه قد أثبت

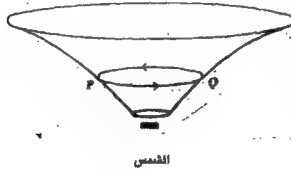
أن اعتبار كل نظم المحاور على قدم المساواة يتعارض مع مبدأ السببية ، وفي موضع بارز من بحثهما الأول قدم الباحثان تراجعا رئيسيا على أسس جمالية ، فهما لم يسمحا بتغيرات في الاحداثيات يمكن اعتبارها مرتبطة بالمجلة ، وقد سبب لهما ذلك قلقا شديدا ، وفي بحثهما الثانى حققا علاجاً جزئياً ، لكن معادلاتهما لم تتوافق مع مبدأ التماثل العام . وقد قال أينشتين فيما بعد انه تخلى عن ذلك المبدأ « بقلب مثقل » .

وعندما غادر أينشتين زيورخ الى برلين فى ١٩١٤م ، انتهى عمليا ذلك التعاون العلمى ، دون أن ينجز مهمته . ولكن أهميته كانت لا تقدر ، لأن جروسمان زود أينشتين بالأدوات الرياضية المتخصصة المناسبة كي يجاهد فى برلين وحيدا فى رسالته المستمرة .

لا يمكننا الحديث فى هذا المقام عن المشكلات التى استطاع التغلب عليها ، لقد استغرق الأمر سنتين من العمل فى اتجاه خاطئ قبل أن يكتشف ، من بين أشياء أخرى ، أنه لا اعتراض فيزيائيا على التعامل مع نظم المحاور على قدم المساواة ، وأن مبدأ التماثل العام لا يتعارض مع مبدأ السببية .

وبدءا من هنا كان التقدم سريعاً ، وبحلول عام ١٩١٥م ، توصل أينشتين لمعادلات المجال للجاذبية انتى كان يسمى اليها . وكانت نظريته بمجرد ظهورها رائعة فى بساطتها ، ولم تعتبر الجاذبية قوة بل متعنى أساسيا للزمكان . فالأجسام الصغيرة كالنواكب تدور حول الشمس فى أفلاكها ليس بسبب جاذبية الشمس لها ، بل ببساطة لأن الزمكان المتقوس

حول الشمس لا وجود للخطوط الكونية المستقيمة فيه .  
 وإذا كان الخط المستقيم يعرف بأنه أقصر بعد بين نقطتين ،  
 فإنه على الأسطح المنحنية يعرف ذلك بحسب طوبوغرافية  
 السطح ، والكواكب بالتالى تسلك أقصر مسافة حول الشمس .  
 وعلى ذلك فالأجسام تخضع لقانون فيوتن الأول ، قانون  
 القصور الذاتى بالدرجة التى تماشى فيها ذلك مع منحنى  
 الزمكان . ويفيدنا فى هذا الصدد رسمان تصويريان ، الأول  
 يبين من خلال سطح ثنائى الأبعاد نوعية منحنى الجاذبية  
 الثلاثى الأبعاد للفراغ المحيط بالشمس ، والمنحنى مبالغ  
 فيه ، ويسبب هذا الانحناء فان الكوكب الذى يريد التحرك  
 سيكون مساره الخط  $PQ$  كالمبين بالرسم ، ومن ذلك ننتبين  
 كيفية دوران الكواكب حول الشمس .

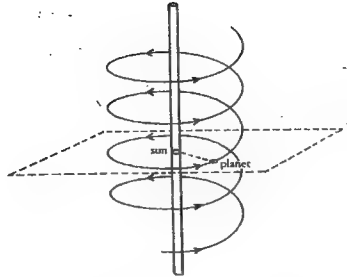


الغيب فى ذلك الشكل أنه لا يبين البعد الزمنى ،  
 ولا الانحناء فى الزمن . ورغم أنه بمفهوم ما صحيح رياضياً ،  
 إلا أنه من ناحية أخرى زائف جافى ، لأن التفاعل الأساسى  
 وراء حركة الكواكب ليس فى انحناء الفراغ ، ولكن فى

انحناء الزمن ، والذي ، كما سيتضح فيما بعد ، يمكن ربطه بالسرعة المتغيرة للضوء في مجال الجاذبية . هذا الارتباط المدهش بفكرة أينشتاين المبكرة في التعامل مع سرعة الضوء كجهد جاذبية هو شهادة إضافية لقدرة حدس أينشتاين . مع الصعوبة بمكان بيان انحناء الزمن في الأشكال التصورية ، ومع ذلك ، وبدون بيانه تصويريا ، لرسم الشكل التالي الذي يتضمن الزمن كبعد يتجه لأعلى الصفحة ، ويمثل الخط المزدوج الخط الكوني للشمس ، والخط اللولبي خطا كونيا لكوكب ، يتحرك فراغيا حولها ، ولنتصور أننا على مسطح يمثل « الحاضر » ، وحيث ان الوقت يتحرك باتجاه المستقبل ، فان المسطح يرتفع في الشكل ، وتذكر أننا نمثل الوقت كبعد يشير لأعلى ، وبارتفاع المسطح فان اللولب يتقاطع معه في نقاط متتابة تبدو على المسطح كنقطة واحدة في مدار حول الشمس .

كل واحد من هذه الأشكال هو بالتأكيد غير كامل ، ولكنها مؤشرات تعطي انطبعا لما يحدث بطريقة تقريبية ، وبهذا تكون لدينا صورة لا بأس بها عن مجريات الأمور عند أينشتاين .

ماذا عن معادلات مجال الجاذبية لدى أينشتاين التي تحكم منحني الزمكان ؟ هناك عشر معادلات ، وهي بالغة التعقيد . لو كتبت بشكلها الكامل بدون استخدام صياغة التنسور للأنت كتابا ضخما مليئا بالرموز المعقدة ، ولكن تلك الصياغة تبدو رائعة الجمال والاعجاز .



Planet

sun

now Platform

كوكب

الشمس

مسطح ( الآن )

قد يبدو من المضحك أن نتحدث عن الجمال رغم أننا سبق أن قلنا انها قبيحة ومملة . ولنتساءل : كيف توصل أينشتين لهذه المعادلات ؟ هل خمن المصطلحات المختلفة ، مئات وآلاف ، بل وملايين منها ، وكلها شديدة الجفاف ؟ مستحيل ، إذن ، كيف توصل لها ؟ وهنا يكمن الجمال والاعجاز ، لأن رياضيات التنسور تشمل قواعد صارمة ، ولهذا فقد فرض أينشتين بعض الشروط المخففة ، بغية التبسيط ، وبمدها أخذ في البحث عن عشر معادلات ، تمثل الجاذبية فيها بالمعامل  $\mu_{\nu}$  فقط . ولكنه وجد يديه مفلولتين ، لأنه باصراره على التبسيط لم تترك حسابات التنسور له خياراً . كانت معادلات المجال تتحدد بشكل فريد ، وفي الصياغة كانت موجزة ، وأعطتها طبيعتها المطلقة في الشكل والمضمون جمالاً لا يوصف . ولو أنها كتبت بشكل مفصل وبالكامل لأدى أى خطأ نأفه الى أن تفقد التطابق مع شروط التماثل العام .

هنا ، وهنا فقط يبدأ الاحساس بالمكانة الحقيقية لحس  
 أينشتين ، ما هي البدايات التي أدت الى هذا الهيكل الفريد  
 الرائع ؟ هي أشياء متعددة ، كنظرية نيوتن ، والنظرية  
 النسبية الخاصة بالطبع ، وفكرة منكوفسكي عن الكون رباعى  
 الأبعاد ، ونقد ماخ لنظرية نيوتن ، أيضا فان الاطار الرياضى  
 قد أعد بالفعل وستحدث عنه بمزيد من التفصيل فيما بعد .  
 ولكن ، ماذا بعد ذلك ؟ مبدأ « التبادلية » ، ومبدأ « التماثل  
 العام » ، ولا شيء سوى ذلك ، لكن أية بصيرة نفاذة تلك التي  
 جعلته يختارهما منذ البداية ليكونا دليله دون أن يعلم مسبقا  
 الى أين سيصلان به ؟ وكونهما قد قاداه الى معادلات شديدة  
 التعقيد ، ولكنها غاية فى البساطة ، وهى فى حد ذاتها انجاز  
 بارز . ولكن وقد وصل لتلك المعادلات ، هل حقا كانت  
 تستحق كل هذا العناء ؟ ان هذا يمكن وضعه فى محك الاختبار  
 على الفور . ان حركة أقرب نقطة لكوكب عطارد بالنسبة  
 للشمس ( تسمى الحضيض الشمسى perihelion ) يشوبها  
 انحراف قدر آنذاك مع أربعين الى خمسين ثانية قطرية كل  
 قرن (٩) ، وهو انحراف ، على تفاهته لم يكن له تفسير على  
 الاطلاق طبقا لنظرية نيوتن .

وفى عام ١٩١٥م أعلن أينشتين أن نظريته الجديدة تعطى  
 بالفعل تقدما فى حركة الحضيض الشمسى لعطارد مقداره  
 ٤٢ ثانية قطرية لكل قرن ، وكانت هذه النتيجة المذهلة ،  
 والتي أعلنت فى الأكاديمية البروسية ونشرت فى وثائقها ،  
 ذروة سنوات من الالهام والمثابرة كتب عنها أينشتين قائلا :

---

(٩) تبين الحسابات الحديثة الأكثر دقة أنه فى حدود ٤١.٥ الى ٤٢ ثانية .

« فى ضوء المعارف المتاحة تبدو الانجازات الموفقة كما لو كانت مسألة طبيعية ، يمكن أن يتوصل إليها أى دارس نابه بغير كثير من العناء » ولكن سنوات البحث المتلهف فى الظلام والمجهول بمعاناتها الشاقة ، والتذبذب بين الأمل واليأس ، والانهاك ، ثم الخروج فى النهاية الى دائرة الضوء .. لا يدركها الا من كابدها فقط » .

وفى حساب انحسبىض الشمسى لمطارد لم يكن هناك مجال للتزييف ، فليس من شئ يمكن تعديله ليوائم الحقيقة ، ولم يكن هناك مجال للمناورة ، اذا لم تأت النتيجة من تلقاء نفسها ، ٤٢ ثانية باتجاه الامام ، سيكون فشل النظرية .

وقد كتب آينشتين لصديقه الأثير بول إيرنست فى هولندا فى يناير عام ١٩١٦ : « تصور مدى سمادتي بثبوت مبدأ التماثل العام ، وكذلك النتائج التى أوجدتها المعادلات مع حركة الحسبىض الشمسى الصحيحة لكوكب عطارد ، لقد عشت فى نشوة لأيام » .

ونميد للأذهان ملاحظة آينشتين أنه قد أصبح يكره احتراماً كبيراً للرياضيات ، لم يكره ذلك فقط بسبب رياضيات التنسور . فقد مهد علماء الرياضيات له الطريق بأفضل مما قدر هو آنذاك ، وذلك بما لهم من نفاذ بصيرة خاصة بهم . لقد كانت نظرية النسبية العامة مخالفة للهيكل التقليدى الجميل فى كتيب « الهندسة المقدسة » الذى أثار آينشتين فى صدر شبابه . وفى قلب نظريته الانكار الصريح لنظرية فيثاغورث ، التى توصل لاثبات لها بنفسه فى مطلع حياته ، بدون مساعدة خارجية . وليس كون أطروحة الدكتوراه



لجروسمان عن « الهندسة غير الاقليدية » أقل ما جمع بين الرجلين من المصادفات . فهذه العبارة وحدها مؤثر على أن نشاط علماء الرياضيات لم يكن هباء . لقد بدأ وجود بديل قابل للتطبيق أمرا مستحيلا لأغلب دارسي مبادئ الهندسة ، وقد أعلن الفيلسوف كانت أنه لا غنى عن الهندسة الاقليدية ، فهي ضرورة للفكر الانساني . ومع بدايات القرن التاسع عشر ، استطاع علماء من ذوى الجرأة وضع بدائل غير اقليدية ، وعلى ذلك ، وكما بين جاوس ، فانه لمجرد أن وجد اقليدس منافسين له ، أصبحت الهندسة بالضرورة علما تجريبيا .

يهمنا بصفة خاصة فى هذا المجال عالم الرياضيات الألماني برنارد ريمان Bernard Riemann من جوتنجن ، بدأ من عام ١٨٥٤ - مؤسسا على الأعمال الرائدة للمجرى وللفجنانج بولاي Wolfgang Bolai والروسي نيكولاى لوباشيفسكى Nikolai Lobachevski وجاوس ، وقد وضع تصورا لنسب عام فى الهندسة ، تمثل فيها الهندسة الاقليدية ركنا من صرح هائل ، فهي هندسة تقوم على تعدد الأبعاد، بما يصل الى تحدى التصور الطبيعى . كانت هذه الهندسة الريمانية ممتدة الأبعاد ذات الانحناءات غير المنتظمة هى بالضبط ما يحتاج اليه أينشتين .

كذلك ، وكما نتذكر ، فقد توصل جاوس الى وسيلة رياضية معقدة يمكن بواسطتها التعرف مع تنسور ثنائى الأبعاد على طبيعة السطح الذى ينتمى اليه هذا التنسور ، وقد عمم ريمان ، ومعه وعلى استقلال الوين كريستوفل El. Christoffel ذلك الى الأبعاد الممتدة . ومن ذلك اكتشاف ، وقبل وضع رياضيات التنسور كمية رياضية قوية تسمى

حاليا « تنسور ريمان - كريستوفل » أو تنسور الأسطح المنحنية ، وهي مبنية بصفة فريدة على التنسور المترى ، وفي القلب منها العناصر الأساسية لمعادلات المجال الموحد للجاذبية لاينشتين . والأكثر من ذلك ، فان ريمان ، ومعه الانجليزى ويليام كليفورد William Clifford قد سمحا تخيلهما بالشطط وتصورا أن المادة ما هى الا تكور فى الفراغ . وبالنسبة لكليفورد ، فمن الجدير بالذكر أنه حين اكتشف بشكل مستقل تنسور الأسطح المنحنية أصبح أستاذا بكلية الهندسة بزيورخ .

ماذا لو كان ريمان عالما بالزمكان ، هل كان سيتصور أن المادة هى تكور فى الزمكان الرباعى الأبعاد بدلا من كونه تكورا ثلاثى الأبعاد ؟ نعم بكل تأكيد . اذن ، فهل كان بإمكانه وضع نظرية آينشتين عن الجاذبية ؟ من السهل أن نجيب بالايجاب ، ولكن الدلائل عكس ذلك ، ذلك أن مسيرة آينشتين لم تكن فيزيقية . . . أكثر منها رياضية ، بل كانت حدسية أكثر منها فيزيائية . وبدون ادراك ذلك لا يمكننا تقدير انجازته بشكل صحيح ، حيث لم يكن هناك طريق منطقي مهده ليسلكه . لقد أسس بنيانه ، كما نعلم ، على مبدأئى التعادلية والتماثل العام . وبالنسبة للمبدأ الأول ، فان الكثير من الخبراء ، والذين لم ينكروا وزنه ، أخذتهم الحيرة ماذا يقصد به حقا . بالنسبة للمبدأ الثانى ، فقد اعتقد آينشتين أن نظريته اليه على أنه يعبر عن نسبية الحركة كان اعتقادا خاطئا (١٠) . والأمسوا من ذلك ، فان مبدأ

---

(١٠) هذا الاعتقاد مؤسس ، بالإضافة لأشياء أخرى ، على الخلط بين نظم الأبعاد وبين الأطر المرجعية reference frames وهو ما لم نتعرض له ، فالكثير من المشاكل التى كان على آينشتين أن يولجها كانت دقيقة بشكل مريب .

التمائل العام ، كما ألمحنا بسرعة ، هو من زاوية ما فارغ المضمون ، حيث ان آية نظرية فيزيائية يمكن التعبير عنها رياضيا يمكن أن توضع على صورة تنسور ، ولا ينطبق ذلك على نسبية أينشتين فقط ، بل أيضا على نظرية نيوتن .

ومع الاعتراف بكل ذلك ، فان أينشتين كان يجادل في أن المبدأ مع هذا يعوى مضمونا اذا ما سأل المرء عن أبسط وأرشق صياغة لمعادلة تنسور تتفق مع الموقف . وفي الواقع ، فان اصراره على أن يعبر عن الجاذبية بعشرة معاملات رياضية مشتقة من المعامل  $g_{\mu\nu}$  أعطت للمبدأ مضمونا قويا ، لرجل مثل أينشتين .

ومع ذلك ، فحين نرى الى أى مدى كانت الركائز الظاهرية التي بنى عليها نظريته مهتزة للغاية ، عندها لا نملك الا الاعجاب بذلك الحدس الذي قاده الى هذا الانجاز العظيم . مثل هذا الحدس الملهم هو جوهر المبقرية .

ألم تكن أسس نظرية نيوتن مهتزة ؟ وهل يقلل ذلك من قيمة ما أنجز ؟ ألم يؤسس ماكسويل بناءه على نموذج ميكانيكى يدائى رآه هو نفسه غير معقول ؟ انها المبقرية تعرف وسط الضباب أين يكون الاتجاه . وفي الرحلة المضنية فى بلاد مجهولة تدعم ثقتها بمجاذلات تخدم أهدافا نفسية لا منطقية . وليس من ضرورة أن تكون تلك المجاذلات صحيحة ، طالما أنها تخدم الاتجاه غير العقلانى ، المبنى على البصيرة اللاواعية التي تقود المسيرة . بالتأكيد نحن لا نطلب أن تكون صحيحة بالمفهوم الضيق ، حيث ان من ينشد ثورة علمية يبنى منطقته على ذات المبادئ التي يريد نقضها . فعلى سبيل المثال - وهو ما سيكون له وقع الصدمة ، ليس فى النظرية النسبية العامة تعريفات قاطعة للكتلة والطاقة -

لقد جاءت نظرية آينشتين وسط حرب كئيبة يمكن لأي طرف فيها أن يحقق نصرا مؤزرا ، أو يمضى باندحار مرير ، ولقد سببت النظرية موجات من الاهتمام خارج المحيط العلمى الذى كانت موجهة له . وفى عام ١٩١٦ طلب أحد الناشرين الألمان من آينشتين أن يكتب تفسيرا للعامة عن نظريته ، وظهر الكتاب بالفعل عام ١٩١٧ ، وباستخدام مبادئ الرياضيات فقط نجح فى ايجاز نظريته فى سبعين صفحة واضحة ورائعة ، وان ظلت خارج مدى الرجل العادى ، ولكن ليس لنا أن نلومه على ذلك ، الا اذا انصب اللوم على وضعه لنظرية بهذا التعميد . ولظروف ندرة الورق خلال أيام الحرب لم تطبع الا كمية محدودة ، ولكن الكتاب سد احتياجا بشكل واضح . وفى عام ١٩١٨ ، وبينما تعاني ألمانيا من الضغط والحصار والمجاعة ، كان ذلك الناشر تراوده فكرة طبعة ثالثة ، فأقدم بغير حماس أو تفاؤل على طلب كمية من الورق لطباعة ثلاثة آلاف نسخة ، ولقد دبرت له الحكومة الورق .

كان الجمال الكامن فى نظرية النسبية العامة ، وما حققته بالنسبة لتصحيح حركة الحضيض الشمسى لعطاراد أدلة كافية لآينشتين على صحة حدسه ، وفى حديثه عن نتائج الحضيض الشمسى فى كتابه المبسط عن الجاذبية ، قال عن الانحراف الأحمر نتيجة الجاذبية ، وانحناء الضوء : « لا شك عندى فى آن هذه الاستنباطات سوف تثبت أيضا » ، كما أسر للمقربين له بثقته فيها . ولم ينتظر المزيد من التأكيد ، بل مضى وعلى الفور نحو تطورات جريئة جديدة ، وفى عام ١٩١٦ ، ومجددا فى ١٩١٧ ، وهو العام الذى شهد الثورة الروسية ، وتلاه وصول الشيوعيين للسلطة ، استطاع تحقيق

فعمين علميين بارزين ، كان ثانيهما نسيبا ، بعكس الأول -  
ولكن لا داعى لقطع حديثنا ، فلتركهما جانبا قليلا -

لم يقدم التصحيح فى حركة عطارد تنبؤا ، فالعيب كان  
معروفا بالفعل ، ولكن التنبؤ الذى قدمته النظرية كان فى  
الانحراف الأحمر وفى انحناء الضوء ، واثباتهما سوف  
يساعد على اقتناع بقية العلماء - ومن الملفت للنظر أن  
الانحراف الأحمر الذى استنتجه من مبدأ التعادلية البسيط ،  
كانت له نفس القيمة التى استنتجها من النظرية النسبية  
العامة الشامخة - والأهم من ذلك أن قيمة انحناء الضوء فى  
النظرية الجديدة جاء ضعف ما توقعه من قبل ، فقد توقعه  
الآن بمقدار ١.٧ من الثانية القطرية -

وقد شوهت الحرب الشخصية العالمية للعلم ، لم يعد  
هناك تدفق للمعلومات بين البلدان المتحاربة ، ولكن حياذ  
هولندا لم ينتهك ، وكان عالم الفلك الهولندى وليم دى ستر  
William de Sitter فى لايدن على اتصال بزميله الانجليزى آرثر  
ايدنجتون Arthur Eddington ، وقد أرسل اليه فى عام ١٩١٦  
بنسخة من ورقة صعبة عن شرح آينشتين للنظرية النسبية  
العامة ، وقد تحمس لها الأخير ، وقد ذكر فى تقرير رسمى  
مطول : « سواء أصبحت النظرية أم لا فى نهاية الأمر ، إلا أن  
الذى يسترعى الانتباه كونها من أجمل الأمثلة على قوة  
التفكير الرياضى » -

وخلال سنوات الحرب خطط كل من ايدنجتون وفرانك  
دايسون Frank Dyson عالم الفلك البريطانى بدعم من  
الحكومة لارسال بعثتين ، الأولى الى قرية سوبرال Sobral  
فى البرازيل ، والثانية للجزيرة البرتغالية الصغيرة برنسيب

Princip- قبالة الساحل الغربى لأفريقيا . لقد كان متوقعا  
أن يحدث كسوف كلى للشمس فى هذيق المكائين فى ٢٩ مايو  
١٩١٩ ، وكان الغرض من البعثين اختبار نظرية آينشتين  
التي اتخذت شكلها النهائى فى برلين ، عاصمة الأعداء .

ورغم سوء الطقس فى برنسيب ، كتب ايدنجتون فى  
تقريره الرسمى : « منذ العاشر من مايو لم تسقط أمطار  
عدا فى يوم الكسوف » وتبين بعض الصور التي التقطها هو  
ومساعدوه نجوما تظهر من خلال السحب ، وقام بلهفة  
باجراء المقاييس عن أفضل الصور المتاحة ، ولسروره  
البالغ . . . أيدت كلها النظرية الجديدة !! وقد ذكر ايدنجتون  
أنها أعظم لحظات حياته .

ظل هناك الكثير مما يجب عمله فى انجلترا قبل امكن  
التوصل للتقييم الكامل للنتائج من برنسيب وسنوبرال ،  
ورغم توقف القتال الا أن الحرب ظلت قائمة بشكل واقعى ،  
وكانت الاتصالات بين ألمانيا وانجلترا مستحيلة عمليا ، وغير  
المباشرة معرضة للتأخير ، وبحلول سبتمبر بلغت الاشاعات  
آينشتين عن النتائج الايجابية لتجارب الكسوف ، وأرسل له  
لورنتز فى ٢٢ سبتمبر برقية ، تأخرت فى الطريق ، يؤكد  
ذلك ، وقد رد آينشتين ببرقية مماثلة : « عرفانى من القلب  
لك ولايدنجتون . . تجياتى » . ولهذا وجد آينشتين سعيدا  
للفتاة عندما أرسل لأمه المشرفة على الموت فى سويسرا بطاقة  
بريدية فى ٢٧ سبتمبر يقول فيها : « أمى العزيزة ، لدى  
اليوم أخبار طيبة ، لقد أبقى لورنتز يخبرنى أن البعثة  
البريطانية أثبتت فعليا الانحراف الضوئى » .

لكن الأنباء لم تصبح رسمية بعد ، ففي نوفمبر ١٩١٩ عقد في لندن اجتماع تاريخي مشترك للجمعية الفلكية الملكية ، والتي كان نيوتن عام ١٧٠٣ قد انتخب رئيساً لها قبل قرنين من الزمان ، وأعيد انتخابه حتى وفاته بعد أكثر من عشرين عاماً . والآن ، وفي ١٩١٩ ، مازالت ذكرياته حية في أذهان العلماء المجتمعين . وصورته الزيتية تنصدر الحائط ، عندما كان جوزيف جون تومسون Joseph John Thomson مكتشف الإلكترون ، رئيس الجمعية والحائز على جائزة نوبل يقرظ أعمال أينشتاين قائلاً : « أحد أعظم ، وربما الأعظم ، بين كل انجازات الفكر الانساني في التاريخ » . وأعلنت الجمعية رسمياً لكل العالم أن نتائج بحثي الكسوف الشمسي أظهرت أينشتاين على نيوتن \* .

وقد زادت الحرب التي توقفت لتوها من درامية الموقف . بلا شك ، فلو لم تقع ، وأمكن مشاهدة الكسوف عام ١٩١٤ ، وكان توقع أينشتاين للانحراف مخطئاً ، فلننتصر المتأهة التي كان يمكن أن يقع فيها ، وربما ظن الناس أن حساباته كانت عشوائية ، ولفقد الموقف تأثيره الهائل .

ولكن الحرب وقعت بالفعل ، وثبتت صحة الانحراف الضوئي في ظروف غاية في الدرامية ، وفي وقت كانت فيه الدول منهكة من الحرب ، وعليقة القلب . لقد أنارت الأشعة المنحنية عالماً من الظلال ، وكشفت عن توحّد الانسانية التي سمت على دواعي الحروب . وحملت الصحف البريطانية الأنباء المثيرة ، دون أن تهتم بربط أينشتاين بألمانيا ، وسرعان ما انتشرت في كل العالم . وكتب ايدنجتون من بريطانيا لأينشتاين في ديسمبر عام ١٩١٩ : « كل بريطانيا تتحدث عن

نظريتك ، لقد كان لها تأثير هائل . هي أفضل ما يمكن  
حدوثه للعلاقات العلمية بين انجلترا وألمانيا » .

لقد لعب القدر دورا غير متوقع ، لقد أجعت الأشعة  
المنخرقة الواهنة الجماهير ، وفجأة أصبح آينشتاين مشهورا  
عالميا ، هذا الرجل البسيط الجوهري ، الباحث المتحمس عن  
الجمال الكوني ، أصبح الآن رمزا عالميا ، بؤرة لاجباب واسع  
الانتشار ، ثم لكراهية عميقة الجذور !

\*\*\*



## الفصل التاسع

من برنسيب

الى برنستون

كان الترحيب الشعبي محيرا بالنسبة لآينشتين ، كذلك كانت النظرية النسبية لرجل الشارع • وتصادمت بشكل كبير مبيمات كتابه الصغير ، وظهر ويسرعة العديد من الترجمات • وفي انجلترا ألح الناشر على المترجم لكتابة شرح موجز ليستخدمه البائسون ، فقد واجهوا جهلا كبيرا فى عقول العامة حول معنى النسبية ، وقد ظن الكثيرون أن لها ارتباطا بالملاقات بين الجنسين •

وفى ١١ فبراير من عام ١٩١٩ انتهى زواج آينشتين بطلاق ودي ، احتفظت فيه ميليكيا بحضانة الطفلين على أن يتحمل آينشتين الانفاق على ثلاثتهم ، وقد وافق آينشتين أيضا على اعطائها المكافأة المالية لجائزة نوبل ، ولم يكن قد حصل عليها بعد ، ولكنهما كانا على ثقة من حصوله عليها •

وقد أقام فى برلين خلال سنوات الحرب فى غالب الأحيان لبدى ابن عم والده ، رودلف آينشتين ، وكانت زوجته هى خالة آينشتين ، ولذلك فقد كانت ابنتهما قريبة له من

الناحيتين ، وقد لعبا سويا وهم أطفال فى ميونخ ، ولكنها  
 أرملة فقد عاشت فى منزل والدها مع ابنتيهما ، الزا ومارجوت ،  
 وعندما أصيب آينشتين بمرض معوى شديد ، قامت بتمريضه  
 حتى استعاد عافيته • كان بينهما دوما رباط قوى ، وتزوجا  
 فى يونيو ١٩١٩ ، وقد قامت برعايته كما لو كان طفلا  
 محتاجا للتدليل ، وقد كان فى بعض النواحي كذلك بالفعل •  
 وقد باعدت بينه وبين صفائر الحياة وتدخلاتها المنغصة •  
 لكن لا أحد يمكن أن يحميه من أحزان وآلام الحياة •  
 كانت أمه فى المراحل الأخيرة من مرض السرطان ، وقد  
 حضرت لتقضى أيامها الأخيرة المليئة بالآلام مع ابنها •  
 وتوفيت هناك فى فبراير عام ١٩٢٠ • وأصبح آينشتين  
 وحيدا • وفى خطابه فى بداية مارس لماكس بورن ، الذى  
 أرسل يسأله النصيحة حول الاستقرار فى جوتنجن ردا قائلا :  
 « ليس المهم أين تستقر • اضافة الى أننى كرجل بلا جذور  
 لست مؤهلا لتقديم المشورة • فرقات أبى مدفون فى ميلانو ،  
 وقد دفنت أمى هنا منذ أيام قليلة ، وقد عشت متنقلا وبشكل  
 مستمر حتى الآن ، وكنت غريبا فى كل مكان • أولادى فى  
 سويسرا فى ظروف تجعل رؤيتى لهم مهمة صعبة • فالوضع  
 المثالى لرجل مثلى هو أن يكون بيتى فى أى مكان مع من أحبهم  
 وأثق فيهم ، لذلك ليس من حقى أن أعطى النصيحة بهذا  
 الشأن » .

وفى الخطاب صدرى من رسالة سابقة ، فى عام ١٩١٩ ،  
 وقبل الاعلان عن نتائج الكسوف بوقت قليل ، قضى آينشتين  
 أوقاتا طيبة مع إيرنفست وعائلته ، خلال زيارة علمية  
 لهولندا • وفى شكره على ذلك كتب آينشتين : « سنظل على  
 اتصال شخصى وثيق فيما بيننا من الآن فصاعدا ، وأنا أعلم

أنه أمر طيب لكلينا ، وإن كلا منا يخفف من احساس الآخر  
بالوحدة فى هذا العالم » .

وقد فرضت العالمية على أينشتين التزامات لم يمكنه  
ضميره من التخلص منها . كان فى وضع فريد يمكنه من  
المساعدة على تضييق فجوة الخلافات بين الدول ، كانت حريا  
مريزة ، ورغم توقف القتال الا أن مشاعر المرارة ظلت سائدة  
بين المنتصر والمهزوم . وعلى سبيل المثال ، قررت الجمعية  
الفلكية الملكية فى انجلترا منح أينشتين الميدالية الذهبية لعام  
١٩٢٠ ، ولكن الأعضاء « الوطنيين » فيها استطاعوا تجنيد  
الأصوات الكافية لرفض الترشيح ، وعلى ذلك لم تمنح  
الميدالية اطلاقا ذلك العام ، ولم تستطع الجمعية منحه الجائزة  
المذكورة الا عام ١٩٢٦ .

وفى عام ١٩١٨ تنازل القيصر عن الحكم ، وتولت  
السلطة فى ألمانيا حكومة جمهورية . وفى ملاحظات أينشتين  
بتخصص محاضراته الأسبوعية عن النسبية للفصل الدرانى  
الشتوى ( ١٩١٨ - ١٩١٩ ) لا يجد المرء أى موضوع علمى  
مطروحا يوم ٩ نوفمبر . فقد كتب بدلا من ذلك : « الذى  
بسبب الثورة » . وراء هذه الملاحظة الموجزة كانت بعض  
الوقائع المضطربة ، التى وجد أينشتين نفسه بطريق عرضى  
قد انتمس فيها بشكل مباشر . ذلك أنه خلال ذلك الأسبوع  
أعلن الطلبة الثوريون خلع العميد ، والاحتفاظ به كرهينة .  
واستدعى أينشتين بحكم مكانته وقدره الاجتماعى للجدول  
حيث ذهب مع صديقين له ، يورن ، وعالم النفس ماكس  
فريتهيمر للقاء زعماء الطلبة الثوريين . وعندما سئل عن  
وجهة نظره كان كعادته حاسما فى كل ما يتعلق بالمبادئ ،

وتحدث بقوة عن المخاطر التي تتعرض لها الحرية الأكاديمية - ولم تلق كلماته قبولا لدى الثوار ، ولكنهم آحالوه وصديقيه الى الرئيس الألماني الجديد ، ورغم الظروف الدرامية العنيفة التي تمر بها البلاد ، فقد كان اسم أينشتين كافيا لفتح كل الأبواب - وقد استقطع الرئيس الألماني وقتا رغم مشغوليته ليكتب مذكرة موجزة وتم تسوية الأمر .

كانت الثورة تعنى الكثير لدى أينشتين ، أكثر مما توحيه العبارة المعتدلة التي كتب بها الملاحظة السابقة - فقد رجب بحرارة يسقطون العسكرية البروسية ، ورغم أن ألمانيا المهزومة كانت مصدومة ثقيلة الروح ، وتتضور جوعا بفعل الحصار المستمر ، الا أن أينشتين كانت لديه آمال كبار في مستقبل ألمانيا - وأحس بأن الموقف يتطلب يادرة من التعاطف والتشجيع للجمهورية الجديدة - لذلك ، ومع احتفاله بالجنسية السويسرية القبية ، أصبح مواطنا ألمانيا ، رغم ما قد يجره ذلك من مشاكل - وعندما حاول زانجر وآخرون إعادته لجامعة زيورخ ، وكذلك حاول إيرنست وكامرلينج ولورنتز استمالته للعودة الى لايدن ، بأفضل العروض ، فقد اعتذر بليط لأنه يعلم أنه أصبح رمزا - وكتب في عام ١٩١٩ لايرنث قائلا : « لقد عاهدت بلانك على ألا أولي برلين ظهري ما لم تصبح الظروف بحيث يراها هو طبيعيا ومناسبة ، ... سيكون جملا يتسم بالجنة أن أرحل في الوقت الذي بدأت فيه آمالي السياسية في التحقق ، من أجل مصلحة مادية ، متخلياً عن الأفراد الذين أحاطوني بالحب والصدقة ، والذين سيكون وقع رحيلي عليهم مضاعفا لآلامهم ، في هذا

الوقت من المحنة « . لكنه قبل العمل كأستاذ زائر في لايدن،  
لسنة أسابيع في العام .

وبناء على طلب « التايمز » اللندنية كتب مقالا حول  
النسبية نشر في ٢٨ نوفمبر عام ١٩١٩ ، تضمن هذه  
الكلمات المعيرة : « في أعقاب الانهيار المؤسف للتفاعل  
القديم والفعال بين رجال العلم ، فانتى أرحب بهذه الفرصة  
للتعبير عن مشاعر السعادة والعرفان لعلام الفلك والفيزياء  
في بريطانيا . وإن ما تجشمه علماءكم الأجلاء من عناء  
ووقت لهو تعبير عن الالتزام بتقاليدكم العلمية العظيمة التي  
تدعو للفخر . لم تدخر معاهدكم جهدا في دراسة تداعيات  
نظرية تم وضعها ونشرها خلال سنوات الحرب في بلاد  
الأعداء . وليس صحيحا أن أعمال نيوتن العظيم يمكن  
أن تنسخها نظرية النسبية أو أية نظرية أخرى . » فان أفكاره  
الساطعة محتفظة على الدوام بأهميتها الفريدة كأساس لبناء  
المفاهيم الكلية الحديثة في مجال الفلسفة الطبيعية » .

وقد أضاف في نهاية المقال هذه اللفتة الساخرة :  
« ملحوظة : يمض ما كتب في صحيفتكم عن حياتي وشخصي  
مصدره الخيال الخصب . وأورد هنا أحد تطبيقات مبدأ  
النسبية لاسعاد القراء . عادة ما أوصف حاليا في ألمانيا  
بـ «العالم الألماني» ، وفي إنجلترا بـ «السويسري اليهودي» ،  
فلو كان من قدرى أن أوصف كـ « بيعع » على الدوام ، فإن  
الأمر يكون على العكس ، أن أكون « اليهودي السويسري »  
في ألمانيا ، و « العالم الألماني » في بريطانيا » .

كانت كلمات أينشتاين عن نيوتن نابعة من القلب ، لم يكن  
تعبيرا دبلوماسيا ، وهو فن لم يبرع فيه أينشتاين بحكم

أمانته الفريزية • وقد وجدت هذه الافصوصه غير المورخه  
من بين أوراقه ، وقد تعود الى عام ١٩٤٢ ، أثناء الاحتفال  
 بالذكرى الثلاثائة لميلاد نيوتن ، ويبدو أنه لم يكتبها  
 للنشر ، وانما للتعبير عن مشاعره الخاصة :

Seht die Stern, die da lehren  
Wie man soll Meister ehren  
Jeder folgt nach Newtons Plan  
Ewig schweigend seiner Bahn

وهو ما نحاول أن نترجمه بالآتى :

تطلع للنجوم فى السماء  
وتعلم منها تيجيل الاجلام  
تمضى فى افلاكها فى صمت أبلى  
كما قدر لها نيوتن العبرى •

ولعل من المناسب الآن أن نعرض للوثيقة التى كتبها  
القائم بالأعمال فى لندن بمد ظهور مقالة أينشتين فى  
التايمز بحوالى تسعة أشهر : « لقد نشرت الصحف الانجليزية  
الهجوم العنيف فى ألمانيا على عالم الفيزياء البارز أينشتين ،  
حتى ان صحيفة « المورننج ستار » نشرت اليوم تقريراً مفاده  
أن الرجل يزعم مغادرة ألمانيا الى أمريكا • ورغم أنه كما  
هو معروف ، لا كرامة لنبي فى وطنه ، فان الهجمات الشفوية  
على أينشتين فى ألمانيا والجملة هناك على علماء انجلترا  
البارزين تترك انطباعاً غاية فى السوء هنا ، خاصة فى هذا  
الوقت الذى يعتبر فيه البروفيسور أينشتين رمزا ثقافيا من  
الطراز الأول بالنسبة لألمانيا ، بما حققه من شهرة فى كافة  
أرجاء العالم • علينا ألا نترك الرجل يرحل • • • يمكننا

استخدامه فى الدعاية الثقافية الفعالة ، واذا كان ينسوى  
الرحيل فعلا ، فان المطلوب من أجل سمعة ألمانيا فى الخارج  
أن تتمكن من اقناع هذا العالم الجليل بالبقاء .

من الواضح أن شيئا ما كان يحدث فى ألمانيا . فقد كان  
آينشتاين فى الواقع هدفا للهجوم هناك . فقد كان دائما  
ينتقد وبقسوة وصراحة العسكرية الألمانية ، أما ميوله  
للسلام ، واتجاهاته الاشتراكية ، إضافة لشهرته العالمية ،  
فلم تشفع له عند غلاة الوطنيين . ولأنهم كانوا فى مسيس  
الحاجة لأعداء تبرر هزيمتهم ، فقد انصبوا باللوم على  
اليهود ، وعلى دعاة السلام . وبدأت بعض الأحداث المؤسفة  
فى الوقوع . فقد نظمت فى عام ١٩٢٠ حملة جيدة التمويل  
معادية للسامية فى ألمانيا لتشويه صورة الرجل والهجوم على  
النظرية النسبية التى وصفت بأنها شيوعية ويهودية ، وأنها  
تسم نبع العلوم الألمانى الصافى !! . وأنفق المنظّمون على  
الحملة ببذخ ، وفى ٢٥ أغسطس نظم اجتماع حاشد ، أعلن  
عنه جيدا ، ضد النسبية فى قاعة الفيلهارمونى ببرلين ،  
ومرغان ما شاركت الصحافة الألمانية فى الحملة المضادة  
لنسبية . وحاول كل من لاو ونرست وروبنز مقاومة هذه  
الإعقلانية بإصدار بيان مشترك موجه للصحافة ، أدانا فيه  
الهجمات الشخصية على آينشتاين ودافعا عن النسبية ، وبيتا  
أنه بصرف النظر عن النسبية فآينشتاين يظل فيزيائيا له  
وزنه ، أما آينشتاين ، هادى الطبع كعادته ، والذى حضر  
الاجتماع كمشاهد ، فقد وجد نفسه مدفوعا لكتابة رد  
لم يلقى ترحيبا كبيرا من الجماهير . ولم تكن الصحف  
البريطانية مبالغة عندما نقلت أنباء الهجمات على آينشتاين ،  
والتى استاء لها القارئ بالأعمال .

ولتحدثت في هذا الموضوع عن البروفيسور لينارد .  
فهو حاصل على جائزة نوبل لعام ١٩٠٥ . وهو نفس العام  
الذي حقق فيه أينشتاين تقدما باستخدام ملاحظاته التجريبية  
عن التأثيرات الكهروضوئية . وكان يجلب أينشتاين بما يقارب  
التقديس . ففي عام ١٩٠٩ على سبيل المثال ، كتب بحرارة  
لاينشتاين باعتباره « مفكرا عميق النظر » ، وأن رسالة من  
أينشتاين له مؤرخة عام ١٩٠٥ لا تزال أمامه على مكتبه .  
ولكن الزمن والأحداث غيرته ، فقد أصبح من أشد المنتقدين  
لاينشتاين ، وكان لهجومه كبير الأثر بحكم مكانته العلمية ،  
وقد بدأ نقده مع الكثيرين غيره في مؤتمر العلماء الألمان عام  
١٩٢٠ ، في جلسة ترأسها بلانك . وكان على علم مسبق  
بنوايا لينارد ، فأمكنه منع الكارثة ، رغم تبادل العبارات  
العادة . وأصبح لينارد بعدها عضوا في الحزب النازي ،  
واشتد هجومه على أينشتاين لمدة سنوات تالية .

وكان أينشتاين قد كتب في خريف ١٩٢٠ للجمعية  
اليهودية الرسمية في برلين معبرا عن عدم استعداده لدفع  
الرسوم المطلوبة منه ، قائلا : « برغم احساسى العميق بأننى  
يهودى ، إلا أننى بعيد تماما عن الشكليات الدينية التقليدية » .  
وعرض عوضا عن ذلك أن يدفع تبرعا سنويا للأعمال الخيرية  
للجمعية ، وعندما ذكر بأنه ، كما هو الحال مع كافة الجماعات  
الدينية في ألمانيا ، كل يهودى بقوة القانون خاضع لضرائب  
الجماعات الدينية التابع لها ، أجاب : « لا يمكن إجبار أى  
إنسان على الانضمام لجماعة دينية » . شكرا لله ، لقد مضى  
ذلك العهد ، وللايد . . . وأنا أعلن هنا بشكل قاطع أنه  
لا رغبة لدى فى الانضمام ، وسأظل غير مرتبط بأية جماعة  
دينية رسمية » . واستمر هذا الجدل حتى فبراير من عام



١٩٢٤ ، عندما وافق على الانضمام ، بعد أن أدرك أنه يمكنه أن يفعل ذلك بمفهوم ثقافى لا دينى .

الا أنه فى نفس الوقت ، ومع تصاعد النزعة العنصرية المعادية للسامية بعد الحرب ، بدأ آينشتاين يدرك أن ما حققه من شهرة جلبت معها مسئوليات تجاه اليهود ، ولم يعد بإمكانه أن يقف مكتوف اليدين حيال معاناتهم ، والمخاطر المتزايدة التى تحيق بهم فى أوروبا . وبرغم معارضته المعلنة للشعوبية ، فقد شعر بقوة أن عليه اعطاء الدعم للصهيونية . لقد أصبح حلم هرتزل المستحيل فى وطن قومى لليهود ، قريب المنال بسبب الحرب . ولم يكن قرار دعم الوطنية اليهودية سهلا عليه ، ولكنه اعتبر الوطن اليهودى تحقيقا لاحتياجات نفسية أساسية وثقافية وسياسية لليهود ، تتجمع فيها آمالهم وطموحاتهم ، واحساس جديد بالتوحد . ومن انجلترا أرسل هاييم وايزمان ، والذى أصبح فيما بعد أول رئيس لدولة اسرائيل ، فى مارس من عام ١٩٢١ رسالة خلال وسيط لاينشتاين ، يخبره بأنه قد وضعت الخطط لانشاء جامعة عبرية فى القدس ، وكان وايزمان يرغب فى أن ينضم اليه آينشتاين فى رحلة لجمع التبرعات فى أمريكا . ولم يعجب ذلك آينشتاين ، فأعلن رفضه على الفور ، قائلا انه ليس بالخطيب ، وأن اسمه سوف يستغل فى الدعاية . ولكن احساسه بالواجب تغلب عليه أخيرا ، فوافق ، رغم أن ذلك كان يعنى أن يفوته مؤتمر سولفاى الثانى ، أول مؤتمر يعقد بعد الحرب .

وبمجرد تسرب الأخبار عن قرب زيارة آينشتاين لأمريكا . انهالت عليه الدعوات البرقية من رؤساء الأكاديميات .

العلمية ، لالقاء المحاضرات واستلام جوائز التكريم . وكان آينشتين قد حاضر فى براغ وفيينا عام ١٩٢١ ، ولكن لم تكن أى من المدينتين من دول محاربة لألمانيا . وكانت زيارته لأمريكا ايدانا بمرحلة جديدة من علاقات ما بعد الحرب ، فقد حاربت أمريكا ألمانيا ، ورغم ذلك فقد استقبله الأمريكيون بحماس منقطع النظير ، أذهل الرجل نفسه . وفى أبريل عام ١٩٢١ ، وبينما كانت السفينة ترسو فى الميناء ، حاصره الصحفيون على ظهرها . واستقبله عمدة نيويورك استقبالا رسميا ، كما لو كان بطلا قوميا ، ودعاه الرئيس هايدنج الى البيت الأبيض ، والأهم من كل ذلك التفاف العامة حوله وحبه له ، فقد أسرهم ببساطته وبعمده عن الادعاء . ولقى ترحيبا حارا فى الدوائر العلمية ، وأهدته جامعة كولومبيا ميدالية ، وقلدته جامعة برنستون الدكتوراه الفخرية . ونشرت باعزاز محاضراته الأربع التى ألقاها هناك بعد ترجمتها فى كتاب طبع بعد ذلك ست طبعات رائعة .

وخلال حفل أقيم لتكريمه فى برنستون ، وعندما طلب منه التعليق على بعض التجارب التى لا تتفق مع مفاهيم النسبية وكذا ما قبل النسبية ، أجاب بتعليق شهير ، أشبه بعقيدة علمية ، سجله على الفور البروفيسور أوزوالد فيلن Oswald Veblen وبعد عدة أعوام ، فى عام ١٩٣٠ ، حينما قامت الجامعة بإنشاء مبنى خاص للرياضيات ، طلب فيلن ، ووافق آينشتين ، على أن يحفر ذلك التعليق أعلى المدفاة فى بهو المبنى ، وقد حفر باللغة الألمانية التى قيل بها ، وكان التعليق (١١) : *Raffiniert ist der Hergott, aber boshaft ist er nicht* »

(١١) الترجمة القريبة من المعنى : « سلم هو الله ، ولكنه ليس شديدا » - (الراجع)

يقد بين لفبلن أنه قصد أن الطبيعة تخفى أسرارها عن تسام  
وليس عن خداع .

وفيما يتعلق بمهمة جمع التبرعات ، فقد كان وجوده  
رصيدا بارزا ، واستطاع مع وايزمان جمع الملايين من  
الدولارات للصندوق الوطني اليهودي . وكما قال آينشتين  
مدى عودته الى برلين : « شكرا للطاقة التي لا تكل ، والتضحية  
لرائمة نجحنا في جمع الأموال الكافية لإنشاء كلية للطب ،  
يقد بدأت الأعمال التمهيدية على الفور » .

وقد خلفت تلك الزيارة أثرا بالغا على آينشتين ، فقد  
عمقت من احساسه بيهوديته ، وأكدت من دعمه للصهيونية ،  
وقد سبب اعلانه الصريح بذلك حرجا لليهود في ألمانيا ، من  
الذين كانوا يأملون في استيعابهم في المجتمع .

وفي طريق عودته من أمريكا توقف لفترة وجيزة في  
نجلترا ، حيث دعى ليعاضر في جامعة مانشستر ، وكذلك  
في الكلية الملكية بلندن ، لكن المشاعر المعادية لألمانيا كانت  
ما تزال قوية ، ولم يكن بإمكان أحد توقع ما يمكن حدوثه  
خلال المحاضرات . لقد تحدث بالألمانية ، لغة العدو . ولكن  
محاضراته قوبلت بحماس ، فقد سحر سامميه بقوة شخصيته  
وتلقائيته وبساطته وخفة ظله وتمكنه من علمه ، وهالة  
لعظمة التي لا يمكن تفسيرها ، ولا يخفيها تواضعه . وقد  
عومل طوال الرحلة كرمز حقيقي من رموز الفكر ، ومنحته  
جامعة مانشستر الدكتوراه الفخرية ، وفي لندن حل  
ل آينشتين كضيوف شرف في منزل الفيسكونت هالدين ،  
جل الدولة الفيلسوف . وهناك وفي مواقع أخرى التقى

آينشتين بالنخبة مع البريطانيين ، وبشكل عام ، وكما كان  
الرجلان يأملان ، فقد عززت الزيارة قضية التصالح الدولي .

وفي يونيو عاد آينشتين الى ألمانيا ، وأعقب ذلك بوقت  
قصير اطلاق اسمه على مرصد فلكي بنى حديثا تكريما له .

ومع بين العلماء الدقيق وفدوا على برلين في تلك الآونة  
للدراصة والعمل مع آينشتين كان المجرى الشاب ليو زيلارد  
Leon Szilard . وقد تمكنا سويا من التوصل الى ابتكار تقنية  
جديدة للتبريد ، وسوف نسمع عن ذلك الشاب فيما بعد .

وفي مارس من عام ١٩٢٢ ، ومع خلال مجهودات  
بول لانجفين Paul Langevin ، والذي قاتل في معركة المقاومة  
الفرنسية الباسلة ، حاضر آينشتين في « كوليج دي فرانس »  
في باريس . وما يوضح مدى المرارة التي تغلقت عن  
الحرب ، أنها كانت أول مرة يحاضر فيها في فرنسا ، وكان  
ذلك مع احتياطات أمم شديدة ، وكما يتذكر في خطاب له  
عام ١٩٢١ : « لقد كان والتر راينو (وزير خارجية ألمانيا)  
هو الذي نصحنى بقبول الدعوة لزيارة باريس كبادرة ،  
وكانت لا تزال تعتبر مجازفة بحق » . وفي باريس ، حيث  
التقى بالسياسيين والعلماء الفرنسيين ، أحس بأن تلك  
الزيارة عززت من قضية التصالح مجددا . وما ضاعف  
سعادته أن التقى بصديقه سولوفين ، رفيق الأكاديمية  
الأولمبية .

لكن كان هناك شيء قبيح يتنامى تحت السطح في ألمانيا،  
تحول بسرعة الى العنف ، حينما اغتال اليمينيون المتطرفون  
راينو ، وكان رجلا من دعاة التعاون الدولي، وكان يهوديا .

وآينشتين أيضا من دعاة التعاون الدولي ، ويهودى - وقد سببت زيارته لفرنسا فى ألمانيا ، وكذا فى فرنسا ، مشاعر رفض متعاطف فى بعض الدوائر - وحتى بين زملائه العلماء الألمان كانت هناك مشاعر وطنية متمصبة ضده - كانوا يرفضون الجلوس بجواره ، بعضهم عن اقتناع والبعض الآخر خوفا من أن يبدوا ودودين تجاهه .

وعند الاجتماع المثوى للمؤتمر السنوى للعلماء الألمان فى ليبتزج فى سبتمبر ، كان من المقرر أن يكون آينشتين متحدثا رئيسيا ، ولكن فى ٥ يوليو أحس بضرورة أن يكتب لبلانك فى كييل لالغاء المحاضرة .

« بعض من يمكن الاعتماد برأيهم حذروني من البقاء فى برلين خلال الفترة الحالية ، وخاصة تفادى الظهور بشكل علني فى ألمانيا - يبدو أننى ممن يفترض أنهم معرضون للاغتيال - وبالطبع ليس لدى دليل قاطع ، ولكن بالنظر للظروف الحالية يبدو الأمر معقولا - لو كان الأمر متعلقا بقضية حيوية لم أكن لأتخلف لمثل هذا السبب ، ولكن الموقف محل البحث هو مجرد شكلية بسيطة ، فيمكن لأى شخص ( لاو مثلا ) أن يأخذ مكانى بسهولة ، لكن المشكلة أن الصحف نشرت اسمى أكثر من اللازم ، وبذلك عبأت الرأى العام حياى ، وليس أمامى الا الصبر ، ومفادرة المدينة - أرجو أن تأخذ هذه الحادثة الصغيرة ببساطة مثل موقفى تجاهها » .

ولفترة عمل آينشتين بالنصيحة ، وظل منزلا فى برلين ، وألقى محاضراته المعتادة - ولكن فى الأول من أغسطس ظهر علنا فى اجتماع حافل لمناهضة الحرب ، وبهذا العمل الجريء

بين أنه لا يخضع للتهديد • وبذلك استرد حريته بالرغم من أنه لم يلق كلمته في اجتماع ليبتزج •

وفى أكتوبر عام ١٩٢٢ ، وبدعوة من ناشر يابانى ، غادرت الأسرة لزيارة اليابان ، وأمضوا هناك ستة أسابيع • وفى تقرير أرسله السفير الألمانى فى اليابان شبه زيارة آينشتين بموكب المنتصرين • فأينما حل آينشتين تجمعت الجماهير المتحمسة بشكل تلقائى لالقاء نظرة عليه • واستقبلته الامبراطورة ، وتنافست الصحف لتغطية نشاطه بالتفاصيل الحقيقية والمختلقة ، وأمطروه بكل صنوف التكريم والتشريف ، وكل أنواع الهدايا • ومن جانبه فقد كان مأسورا بالسحر اليابانى الرائع • ويتذكر هذه الزيارة بعد ربع قرن بحرارة قائلا : « لقد أحبيت الشعب والبلد لدرجة أننى لم أستطع مغالبة دموعى عندما تعين على أن أغادرها » •

وجاءت الزيارة ابمادا مطلوبا عن كل الضغوط التى تعرض لها فى برلين ، والتى أعقبت اغتيال راينو • أما السفير الألمانى فى اليابان والذى أزعجه عدم التزامه بالتقاليد الرسمية ، فقد انجذب له بشدة ، وأبلغ برلين رسميا أن الرجل برغم التكريم الحار الذى تلقاه الا أنه ظل متواضعا ودودا بميدا عن الادعاء • ومن الواضح أنه كان مختلفا عن كبار القوم الذين كانوا يزورون اليابان ، والذى كان عليه أن يتعامل معهم •

قبل وصول الباخرة التى تحمل آينشتين لليابان بأيام ، حملت الأنباء خبر فوزه بجائزة نوبل لعام ١٩٢١ « لما قدمه من خدمات للفيزياء النظرية وبشكل خاص لاكتشافه التأثيرات الكهروضوئية » • ولم يرد ذكر النسبية بشكل

خاص في الاعلان الرسمي - كانت لا تزال مثار جدل علميا وسياسيا ، حيث كانت غير سهلة الفهم على الاطلاق ، علاوة على تعرضها للانتقادات الواسعة - أما القانون الجريء للكهروضوئية فقد أصبح بعد ثبوته بتجربة ميليكان سببا وجيها لمنحه الجائزة ، وكان في حد ذاته سببا أكثر من كاف أيضا -

ومن المعتاد عندما يتفیب الحائز على جائزة نوبل عن استلامها ، أن يتسلمها سفير بلاده في السويد - وكان آينشتين راغبا أن يقوم سفير سويسرا بهذه المهمة ، لكن الألمان اعترضوا لعلهم بقيمة ذلك الشرف - وأمكن حل هذه المشكلة بمناورة دبلوماسية قام بها سفير السويد في ألمانيا ، باحضار الشهادة والميدالية له في برلين - وعندما ألقى خطبة تسلم الجائزة متأخرة عن موعدها ، تجاهل الكلمات المتحفظة لاعلان الجائزة ، وتحدث بشكل صريح عن النسبية -

وواصل آينشتين موكب انتصاره من اليابان الى فلسطين ، وكان استقبال اليهود له ذا مستوى خاص ، عمقته ذكريات الألفية المأساوية - وفي القدس ، وفي موقع جبل الرؤية Mont Scopus الذي أصبح فيما بعد مقر الجامعة العبرية ، حاضر باللغة الفرنسية وكتب في يوميات رحلته : « كان على أن أبدأ بالعبرية ، لكنني كنت أقرؤها بصعوبة كبيرة » ، وقد عومل بتبجيل حيث دعى عند القائه محاضراته للحديث عن « المقر أ ( ١٢ ) الذي ظل ينتظرك لألفي عام » - وقد تأثر يعمق بطموحات وآلام الزعماء اليهود ، ولكنه عندما

شاهدهم يتمايلون فى صلاة حزينة عند حائط المبكى ، أطلال  
المجد الغابر لهيكل سليمان ، كتب قائلا : « مشهد بائس  
لشعب له ماض ولكن بلا حاضر ولا مستقبل !! » .

ومن فلسطين توجه الى آسيانيا ، حيث استمر ، حسب  
قوله ، فى « عزف لحق النسبية » ، وسافر بالقطار من مدريد  
حتى الحدود الفرنسية بالمركبة الملكية التى وضعها الملك تحت  
تصرفه . لكن عندما وصلت الأسرة للأراضى الفرنسية فى  
طريق عودتهم لبرلين كان قد ضاق ذرعا بالفخخة التى  
أحاطت بسفرياتة ، وقال لزوجته : « يمكنك أن تفعل  
ما تشائين ، أما أنا فمسافر بالدرجة الثالثة » .

وعندما وصلوا برلين فى ربيع عام ١٩٢٣ ، كانت  
أوربا فى حالة توتر شديد ، اذ استولى الفاشيون على السلطة  
فى إيطاليا ، وأرسل بوانكريه - ليس هنرى عالم الرياضيات  
والفيزياء ، ولكه ابن عمه ريموند رئيس وزراء فرنسا -  
قواته الى منطقة الرور الصناعية الألمانية لاجبار ألمانيا على  
دفع تمويزات الحرب . وكانت ألمانيا على أعتاب تضخم  
خطير ، أدى الى انهيار المارك ، مما بدد مدخرات الشعب ،  
ومهد الطريق أمام النازية .

وبرغم هذا كله ، فقد ظلت برلين فى السنوات التالية  
مركزا ذهبيا للعلم والثقافة الألمانية . وظل أينشتين فيها  
منظم الوقت خلال تلك الحقبة . وكان شغفه بالموسيقى  
معروفا . وعندما قدم عازف البيانو الشهير جوزيف شوارتز  
Joseph Schwarz وابنه بوريس Boris عازف الكمان حفلة  
موسيقية فى برلين أعجبت أحد السياسيين ، أرسلهما الى  
أينشتين . وفى شقته بدأ بوريس عزف كونشرتو « بروخ



Bruch « بمقام G الصغير ، بمصاحبة أبيه ، وعندما وصل الى مقطع غنائى معبر ضمن الحركة الأولى ، وهى ما كان يستمتع بأدائها بنوع خاص ، لم يتمالك أينشتين من التعليل صائحا : « آه .. من الواضح أنه يحب المكان » . وبعد نهاية العزف ، أحضر أينشتين كمانه الخاصة وعزف ثلاثتهم السوناتات الثلاث لباخ وفيفالدى . وبذلك بدأت صداقة دامت طويلا ، وأثرتا ليال من العزف الموسيقى .

ومن الجدير بالذكر ايراد ملاحظات عازف كمان محترف على عزف أينشتين . فقد وصف بوريس شوارتز نفماته بأنها شديدة النقاء مع « دندنة » بسيطة ، ولم يكن أينشتين معجبا بالموسيقى الحسية الساخنة للقرن التاسع عشر ، بل كان يفضل عليها موسيقى القرن الثامن عشر ، للموسيقين أمثال باخ وفيفالدى وموزار وعلى الأخص موزار . أما بيتهوفن فى مقام C الصغير ، فقد كان فى نظره مثقلا بالمواطف .

كان مؤتمر سولفاى الذى انقطعت جلساته بسبب الحرب قد استؤنف عام ١٩٢١ ، ولم يحضره أينشتين فى ذلك العام بسبب زيارته لأمريكا كما قدمنا ، وفى خريف ١٩٢٣ ، عندما جرى التخطيط لمؤتمر جديد فى بروكسل ، كانت الماراة حيال ألمانيا مازالت متأججة فى بلجيكا التى انتهك الألمان حيادها قبل تسع سنوات . وعندما علم أن العلماء الألمان الآخرين لم يدعوا للمؤتمر ، أصر ، برغم الحاج المنظمين ، على عدم استلام دعوة هو الآخر ، وأعلن أنه لن يحضر مؤتمرا علميا يستبعد منه علماء آخرون لمجرد أنهم من الألمان .

وبمرور السنوات تزايدت بلبلته حيال عصبة الأمم ،  
وامكانات تحقيق السلام خلال الاتفاق الدولي . ولقد أدرك  
أن القوى المسيطرة قد تورطت فى معركة حياة أو موت ،  
ولا يمكن ردها بمجرد التفاوض ، الا أنه كمضو فى لجنة  
التعاون الثقافى تحت رعاية عصبة الأمم عمل بجد مع زملائه  
من البلاد الأخرى على أمل تحقيق شيء ملموس ، حتى ولو كان  
غير كاف . وقد كتب عن هذه اللجنة لاحقا : « برغم أن  
أعضائها كانوا من المشاهير اللامعين ، الا أنها كانت أكثر  
مهمة فشلا ساهمت فيها » .

وفى عام ١٩٢٨ ، وبينما كان فى زيارة لسويسرا  
تعرض لنوبة قلبية وأعيد لبرلين . وبعد عدة أشهر أبل من  
مرضه ، واستطاع مغادرة الفراش ، لكنه كان يستعيد  
عافيته ببطء . وكما كان قبلا ظل يدعم بقوة قضية السلام .  
وعلى سبيل المثال فقد كتب عام ١٩٢٨ : « وليس من حق أحد  
أن يعتبر نفسه مسيحيا أو يهوديا اذا كان مستعدا للقتل  
بناء على تعليمات من سلطة معينة . أو اذا سمح لنفسه  
أن يستخدم بهدف البدء أو الاعداد لمثل هذه الجريمة بأى شكل  
على الإطلاق » . وفى فبراير عام ١٩٢٩ قبل عيد ميلاده  
الخمسين بوقت قليل كان أكثر صراحة وتحديدا فى البيان  
التالى : « فى حالة قيام الحرب ، سأرفض بشكل قاطع أى  
اسهام مباشر كان أو غير مباشر ، وسأسمى لاقناع أصدقائى  
بتبنى نفس الموقف ، بصرف النظر عن احساسى تجاه الأسباب  
لأية حرب بالذات » .

كان عيد ميلاده الخمسون حدثا عالميا تخوف منه ، ولأنه  
كان عالما بما يمكن حدوثه ، فقد اختبأ عن الأنظار .  
ولم تخل المناسبة من بعض المفارقات . فعلى سبيل المثال ، فى

ذلك اليوم الذى انهالت فيه البرقيات حاملة التهئة ، كان من بعض الحضور لشقته التى ولى منها هاربا موظف ضرائب بسيط - وبالطبع لم يكن يحمل هدايا ، بل جاء لممارسة عمله الرسمى - وعندما علم أنه قد جاء فى عيد ميلاد ذلك الرجل العظيم ، انسحب معتذرا وقد تملكه الخجل ، وكان هذا الاعتذار من الموظف البسيط مجاملة عفوية أكبر من كثير من المجاملات التى تلقاها .

وقد كان آينشتين معروفا بحبه للاسترخاء من خلال الابحار فى نهر الهافيل وبحيراته بالقرب من برلين ، والاستمتاع بحرارة الشمس ، والمزلة التى تمكن عقله من الانطلاق فى أرجاء الكون الرحب - ورغبة فى تكريره صوت مسئولو المدينة على منحه هدية فى عيد ميلاده فى صورة أرض وبيت على ضفاف ذلك النهر - وبعد عدة خيارات فاشلة ، طلب المسئولون منه أن يساعدهم بالبحث عن موقع مناسب له ، على أن يقوم مجلس المدينة بشرائه لحسابه - وتوصلت ايلزا الى موقع بهيج بين الأشجار ، وقريب من النهر فى قرية كابوت بجوار هوتسدام - ووافق المسئولون ، وبدأ كما لو أن الأمر قد وجد حلا موفقا - ولكن مسألة شراء مجلس المدينة للأرض أثار جدلا سياسيا ، وبدأ يتخذ نفعة عداوية ، وبذلك فقدت الهدية قيمتها - ووضع آينشتين حدا للجدل برفضه للهدية غير الموجودة - ووفاء بالاتفاق الذى تم بالفعل فقد استخدم بعضا من مدخراته لدفع قيمة الأرض التى اتفق عليها ، وبناء منزل صيفى فيها .

ورغم أن هذا العمل استنفد مدخراته ، إلا أنه كان استثمارا طيبا - وكانت طبيعة آينشتين من رفض الرسميات فى اللبس والمسلك أكثر اتساقا مع هذا الوضع الريفى منها

عما فى الدوائر الأكاديمية فى برلين • وقد أمضت الأسرة عدة مواسم صيف سميدة فى « كابوت » مستمتعين بالنهر والبعد عن الناس •

وقد أمضت الأسرة شتاء عام ١٩٣٠ - ١٩٣١ والشتاء التالى فى الولايات المتحدة ، حيث كان آينشتين أستاذا زائرا فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا ، بناء على دعوة ميليكان الذى كان مديرا للمعهد آنذاك ، وكانت تنسحب بعد ذلك لمعتزلها الصيفى فى كابوت • ولكن النكبة كانت تتعاضم ، ففى خريف عام ١٩٢٩ سادت بورصة الأوراق المالية فى نيويورك موجة من البيع المذعور ، كان ايدانا باختيار واسع فى الاقتصاد العالمى ، تلاه ما عرف بالكساد العظيم قدر له أن يطول أمده ويشكل حاد ، ففقد الكثيرون وظائفهم ، ولم يجد الشباب فرصة لهم للعمل ، وكان اليأس السياسى فى كل مكان خاصة فى ألمانيا حيث أصبحت مرتعا خصبا للفوضىّة • ولكن كبار رجال الصناعة الذين - خوفا من ثورة شيوعية - أعطوا دعما كبيرا للنازية عقدوا عليها آمالا خاطئة عند وصولهم للحكم • وحدث فى أمريكا فى نفس الوقت تقريبا أن قدم اثنان من محبى الخير اليهود ، وهما لويس بامبرجر وشقيقته مسز فليكس فلود دعما ماليا كبيرا لأحد رجال التعليم البارزين ، ابراهام فلكسنر Abraham Flexner ؛ ليتمكن من تحقيق حلمه فى انشاء معهد للدراسات المتقدمة • وكان المتصور أن يكون المعهد تجميعا للعلماء البارزين مع دعمهم ماليا بقدر مناسب ، وعدم تكليفهم بمهام رسمية ليصبحوا قادرين على تكريس كل طاقتهم للعلم فقط •

وكان نجم النازيين يتصاعد سريعا ، وكان ذلك راجعا من بين أسباب أخرى للدعم المالى الذى قدمه رجال الصناعة

الألمان ، وبحلول يناير عام ١٩٣٣ أصبح هتلر مستشار ألمانيا ، وفي مارس تمكن من اكتساب سلطات دكتاتورية مطلقة ، وأصبحت حرية الكلمة ، بل والحرية ذاتها ، مجرد ذكرى ، وحل محلها الرعب داخل ألمانيا .

وفي ربيع ١٩٣٢ كان أينشتين في زيارة لأكسفورد ، كعادته في مناسبات سابقة . وهناك ، وكما حدث من قبل في باسادينا ، حضر فلكستر للتباحث في موضوع المعهد المزمع انشاؤه ، وواتته فكرة أن يعرض على أينشتين أن يصبح عضوا في المعهد ، وغامر بفتح الموضوع ، وكان أينشتين قد رفض عرضا جذابا من فيبلن في ١٩٢٧ بمنصب أستاذ في جامعة برنستون بحجة أنه قد أصبح عجوزا لا يقوى على التنقل . ولكن الآن ، وباستشراف مستقبل ألمانيا ، فقد كان أكثر استعدادا لقبول عرض فلكستر ، رغم أنه لم يكن راغبا في الاعتماد على زملائه الألمان .

وفي الصيف حضر فلكستر الى « كابوت » لمواصلة النقاش ، ورغبة منه في ضم أينشتين للمعهد المزمع انشاؤه طلب منه أن يحدد الراتب الذي يريده . وخلال بضعة أيام كتب أينشتين ما كان يراه ، بالنظر الى احتياجاته وشهرته ، مبلغا معقولا . ولكنه فلكستر لم يقبل مبلغا بهذا التواضع الذي لم يقبل علماء أمريكا بمثله ، خاصة وأنه لم يكن يتصور أن يعطى عالما آخر ما يفوق مرتب أينشتين . وقبل أينشتين رفع راتبه ، وترك التفاصيل لزوجته الزا التي كانت ماهرة في مثل هذه الشؤون . وكان الترتيب أن يقضى أينشتين جزءا من العام في المعهد بأمريكا ، وببقية العام في ألمانيا . ولم يكن ذلك ليبدأ على الفور حيث أنه كان لا يزال ملتزما بالعمل عاما ثالثا في باسادينا .

وفي هذه المرة حينما تقدم للحصول على التأشيرة  
اعترضت جمعية نسائية صغيرة بشكل صاخب على السماح له  
بمدخول الولايات المتحدة بدعوى أنه شيوعي في داخله ،  
وكان رده لاذعا :

« لم يسبق لي أن تعرضت من الجنس اللطيف  
لمثل هذا الاعتراض ، وأن حدث ، فلم يكن أبدا  
يمثل هذا العدد الكبير في نفس الوقت »

ولكن ، السبق على حق تلك السيدات المواطنات  
الواعيات ؟ لماذا تفتح الأبواب لرجل يلتهم  
الرأسماليين بعد شيهم تماما يمثل الشراة التي  
كان يلتهم بها المينوتور (١٣) الكريتي العذاري  
اليونانيات الفاتنات ، وعلاوة على ذلك فهو من  
الشر بحيث يرفض كافة أشكال الحروب ، عدا تلك  
المشارة بين الرجل وزوجته ؟ فلتسموا اذن  
لمواطناتكم المخلصات ، ولتذكروا أن كاييتول  
روما العظيمة قد أنقذ ذات مرة بصياح الأوزات  
المخلصات »

أما فيما يتعلق بالشيوخيين الروس في ذلك الوقت ، فلم  
يكن آينشتين من طراز المثقف الذي يفتن بالمستحدث لمجرد  
حدثاته ، لأن ثقافته كانت قضية عمر ، وفي ٢٣ يونيو كتب  
رافضا التوقيع على بيان مضاد للحرب :

« بسبب ما يعنيه من تمجيد للروس لا أستطيع  
التوقيع » لقد حاولت وبقوة أن أكون فكرة مما  
يجرى هناك ، وقد توصلت لنتائج كثيرة » يبدو

---

(١٣) حيوان خرافي نمسه رجل ونمسه ثور - ( التوراة )

أن هناك على القمة صراعا شخصيا استخدمت فيه  
أسوأ الوسائل على أيدي أفراد متعطشين للسلطة  
بدافع من الأنانية المجردة ، وفي القاع نجد القهر  
التمام للفرد ولحرية القول ، يتعجب المرء ما قيمة  
الحياة تحت هذه الظروف !! »

وكان من نتائج مؤتمر سولفاي في بروكسل أن نشأت  
حداقة رائمة بين أينشتاين والملك ألبرت والملكة إليزابيث ،  
وفي مقطع رسالة كتبها لزوجته عن زيارة قام بها لهما قال:

« استقبلت بحرارة أسرته .. هذان الملكان  
على نقاء ولطف قل أن يوجد .. تحدثنا  
في البداية قرابة الساعة ، بعدها عزفت مع الملكة  
مقطوعات موسيقية لعدة ساعات مرحة . ثم انصرف  
الجميع وبقيت لتناول العشاء مع الملك والملكة  
وحدنا ، على الطريقة النباتية وبلا خدم ، وكان  
مكونا من السبانخ والبيض المسلوق والبطاطس .  
( لم يكن من المتوقع أن أبقى للعشاء ) ، لقد أحببت  
المكان جدا ، واعتقد أن الاحساس متبادل »

وعندما تولى هتلر السلطة كان أينشتاين في باسادينا ،  
وآدرك على الفور عدم استطاعته العودة لألمانيا ، وفي مارس  
عام ١٩٣٣ أعلن قراره بعدم العودة في بيان انتقادي حاد .  
واتجه الى بلجيكا حيث مكث تحت حماية بأوامر الملك وسط  
تكهنات بمحاولة لاغتياله .

وتلقى دعوات حارة بوظائف أكاديمية بينما النازيون  
يصادرون حسابيه المصرفي ومحتويات ودائع زوجته ،  
والأرض والمنزل الصيفي في كابوت ، وبذلك استولت الدولة  
على المنحة التي لم تقدمها . وانضمت أعماله لمجموعة الكتب

المرموقة التي أحرقتها النازيون، وكانت نيرانها رمزا للاظلام - وبوصف أعمال آينشتاين أنها يهودية ، كان النازيون في جنون لمعاداة السامية ، ولكنهم كانوا غير واعين بالتشريف الهائل الذي أضافوه على اليهود - وبدأ طرد اليهود من المناصب الأكاديمية بمرسوم من الحكومة النازية ، وحيل بينهم وبين العديد من المهج وأصابهم الفقر والموز ، أما الألمان الذين تجرأوا على الحديث ضد الشمولية فقد تعرضوا للسجن والتعذيب والموت -

وفي ٢٨ مارس استقال آينشتاين من الأكاديمية البروسية التي ، كما علم فيما بعد ، كانت على وشك طرده منها - كما اتخذ الخطوات ، لثاني مرة في حياته للتخلي عن الجنسية الألمانية ، ورغم ذلك فقد أقدم النازيون على إلغاء جنسيته بعد ذلك ، وفي سخرية مريرة شبه آينشتاين هذا الاجراء بشتق موسيليني بعد اعدامه -

وقد اتهمت الأكاديمية البروسية آينشتاين ، خلال الاعداد لطرده من عضويتها ، بأنه قام بنشر قصص عدائية عن ألمانيا في بلاد أجنبية - وقد فند آينشتاين هذه المزاعم ، كما يبدو مع لهجته في المقطع من الرسالة التالية في رده في الأكاديمية :

« قد ذكرت أيضا أن » كلمة طيبة من جانبي لصالح الشعب الألماني كان من الممكن أن تؤتي أثرا طيبا « ، وردى على ذلك أن مثل هذه الشهادة بالشكل الذي اقترحه ستكون بمثابة تنصل من كل أفكار العدالة والحرية التي اعتنقتها طيلة حياتي - ومثل هذه الشهادة لم يكن من شأنها إلا أن تدعم قضية أولئك الساعين لتقويض الأفكار والمبادئ التي اكتسب بها الشعب الألماني موقعا



مشرفا في العالم المتمدين • وبادلائي بهذه الشهادة  
في الظروف الراهنة أكون مشاركا ، ولو بشكل غير  
مباشر ، في الفساد الاخلاقي وتدمير كل القيم  
الحضارية السائدة » •

في تلك الايام انضم العديد من أعضاء الأكاديمية ،  
مدفوعين بمشاعر الوطنية ، للهجمة المحمومة المعادية لأينشتين •  
لكن لا ورنست وبلانك لم يرضخوا لها ، وفي اجتماع  
الأكاديمية في ١١ مايو ١٩٣٣ بعد أسابيع من استقالة  
آينشتين أعلن بلانك البيان الجريء التالي :

« أعتقد أنني اتحدث نيابة عن زملائي  
الأكاديميين في الفيزياء ، وأيضا عن الأغلبية  
العظمى من الفيزيائيين الألمان عندما أعلن ان  
آينشتين ليس فقط واحدا من العديد من الفيزيائيين  
البارزين ، بل على العكس ، ان مستر آينشتين هو  
الفيزيائي الذي تعمقت الفيزياء من خلال أعماله  
التي نشرتها أكاديميتنا ، وان أهمية أعماله  
لا تقارن الا بانجازات « جوهان كبلر » و « اسحق  
نيوتن » •

ولم يكن بإمكان بلانك القيام بهذا التعاطف بسهولة في  
تلك الايام المصيبة ، وعلى ذلك فيعتبر هذا الموقف هو الأعظم  
من بين المواقف التي أسداها بلانك لأينشتين طيلة حياته ،  
فحتى في حقبة سيطرة النازي فقد قال بلانك الحقيقة كما  
يراها • وفي إحدى المناسبات أغضب هتلر فقال له وجها لوجه  
انه لولا كبر سنه لأرسله الى معسكر اعتقال •

وفى أبريل من نفس العام انسحب آينشتين من الأكاديمية  
البافارية ، وكان عضوا مراسلا لها ، قائلا :

« فى حدود علمى فقد وقفت الجمعيات العلمية  
فى ألمانيا فى سلبية وسكون ، بينما الأغلبية من  
العلماء والطلبة والأساتذة الأكاديميين وأصحاب  
المهن الذين تدرّبوا فى الجامعات يحرمون من  
الوظائف وسبل المعيشة • لا أريد الانتماء لأية  
جماعة تتصرف على هذا النحو حتى ولو كانت تفعل  
ذلك تحت الاجبار » •

وكان ذلك قبل معسكرات الاعداء ، ولكن آينشتين كان  
قد هاله بالفعل فظائع النازى والخطر المحدق بالحضارة  
العالمية من ألمانيا الشمولية القائمة على الحرب والقمع  
الوحشى • كان طيلة حياته داعيا صريحا للسلم • وتذكر  
هنا بياناته المباشرة عامى ١٩٢٨ و ١٩٢٩ وهى مجرد أمثلة  
للبيانات العديدة الجياشة التى أصدرها نيابة عن المنظمات  
الداعية للسلم واللاعنف فى كل أنحاء العالم • والآن فى  
« لو كوك سير مير Le Coq-sur-mer » واجه معنة أخلاقية  
مريرة ، ويمد ترو روى طويل اختار ما أحس أنه أهون  
الشرين • وفى ٢٠ يوليو عام ١٩٣٣ أعلن :

« ما سأقوله الآن سيدهشكم كثيرا ، تخيلوا أن  
بلجيكا قد احتلتها ألمانيا الحالية ، ستكون الأمور  
أسوأ بكثير من عام ١٩١٤ رغم أنها كانت سيئة بما  
يكفى • لذلك يجب أن أقول صراحة ، لو كنت  
بلجيكي لم أكن ، فى ظل الظروف الحالية ، لأرفض  
الخدمة العسكرية ، بل على العكس كنت أسارع فى  
الالتحاق بها بحماس بناء على الاعتقاد بأنى أساعد

بذلك فى الحفاظ على الحضارة الأوروبية • ولا يعنى ذلك أنى أتغلى عن المبدأ الذى أعتنقه ، وأمل بكل اخلاص أن يعود اليوم الذى يكون فيه رفض الخدمة العسكرية طريقا مثاليا نغلبة قضية التقدم الإنسانى » •

ولقد استاء بعض من دعاة السلام من ذلك ، واعتبروا الرجل مرتدا ، ولكن كما قال فى عام ١٩٣٥ : « فى مثل هذه الأوقات فإن أى اضعاف للدول الديمقراطية بفعل السياسات الراضية للخدمة العسكرية ، يعادل بالفعل خيانة قضية الحضارة الانسانية » • ورغم ما تعرض له من انتقادات مريرة من دعاة السلام ، إلا أنه استمر فى التعبير عن آرائه الجديدة ، وكذا فعل دعاة آخرون للسلام ، مثل برتراند راسل •

وفى يونيو ١٩٣٣ سافر آينشتين الى إنجلترا ، وفى أكسفورد ألقى محاضرة بعنوان « حول الفيزياء النظرية » ، وشدد فيها ، بحكمة السنين الصافية ، على أن : « المفاهيم والمبادئ الأساسية التى تشكل الأساس ( للفيزياء النظرية ) هى من وضع التصورات الحرة للعقل الإنسانى المبدع » ، وأنها « تمثل الجانب الأساسى من النظرية ، والذى لا يمكن للمنطق الاقتراب منه » • وبعد القاء العديد من المحاضرات عاد الى قرية « لو كوك » • وفى أواخر صيف ١٩٣٣ عاد الى إنجلترا مرة أخرى حيث عاش فى عزلة نسبية فى « كرومر » ، وكان سعيدا بمضى الأيام دون أن يدرى حسابها وهو غارق فى العمل على حساباته • وأعلن فى أعقابها أن الوظيفة المثالية لعالم الفيزياء النظرية هى أن يكون حارس الفنار • وقد أوضح وجهة نظره ، تلك فى خطابه من « كرومر » ،

اذ كتب يقول : « انتى فى سلام رائع هنا ، ولقد أدركت الآن الى أى مدى آكون عادة تحت الضغوط ، وأنى لأستمتع بالوحدة والهدوء هنا حقا ، بإمكان المرم أن يفكر بطريقة أكثر وضوحا ، ويحسن بصورة أفضل بشكل لا يقارن » .  
وخلال وجوده فى انجلترا تحدث مع رجال بارزين من بينهم تشرشل عن التهديد الذى يمثله إعادة تسليح ألمانيا ، وفى ٣ أكتوبر تحدث علنا فى جمع بريطانى حاشد نيابة عن لجنة شكلها رجال مثل « رذرفورد » : لمساعدة العلماء اللاجئين من ألمانيا النازية .

وكانت تلك نهاية عهده بأوربا .

وقد هادر الى أمريكا مصطحبا زوجته وسكرتيرته ومساعدته البروفيسور «والتر ماير» ، وبلغها فى ١٧ أكتوبر عام ١٩٣٣ ، واعتبر وصوله للبلاد مناسبة هامة .  
وعلى الفور تقريبا دعاه الرئيس روزفلت لقضاء الليلة ضيفا فى البيت الأبيض ، وعندما التقيا فى يناير وجد الرجلان اهتماما مشتركا يجمعهما فى حبهما للبحار فى الزوارق ، وهو موضوع يمكن لهما الحديث فيه كخبراء ولكنهما تحدثا أيضا عن الأحوال المتعاطمة فى أوربا .

كان فلكنسن قد اختار «برينستون Princeton» ، نيوجرسى، مكانا لمهده وبالفعل ، وحتى اكتمال مبانيه ، كان مقره المعهد الفنى فى جامعة برينستون ، وكانت تلك المدينة الصغيرة ملاذا لآينشتين . واستمر فى انتقاد النازى بشدة وبلا حماية أو احتياطات أمن ، وتجول فى الشوارع الآمنة لتلك البلدة بلا خوف ، وكان الناس مندهشين لبمده عن الرسمية ، وقربه ذلك من قلوبهم ، وقد قدر له أن يقضى بقية أيامه فى هذه البقعة الهادئة .

## الفصل العاشر

### المعركة والتقنبلة

بعد أن استقر أينشتاين آمنا في برنستون ، يمكننا الآن العودة لسرد ، في خطوط عامة ، التطورات غير العادية التي حدثت في تلك الأثناء في النظرية الذرية .

لنتذكر أن أينشتاين ، خلال أيام مكتب البرامات ، قد طبق فكرة بلانك الثورية عن الكم في نظرية الضوء ، ونظرية الحرارة الداخلية . وفي مؤتمر سولفاي عام ١٩١١ ، وبفضل أعماله عن الحرارة ، أصبح من الواضح أن « الكم » يجب أن يؤخذ في الاعتبار بشكل جاد ، وبالنتيجة ، أصبح من الواضح أيضا أن الكثير قد غدا غامضا . فنظرية الكم متعارضة على خط مستقيم مع كل من ماكسويل ونيوتن ، ولم تكن هناك طريقة للتوفيق بين الجديد والقديم ، وأصبح العلم في أزمة حادة ، أعمق بكثير مما كان متصورا .

ومن بين النخبة التي حضرت مؤتمر سولفاي المذكور كان ارنست رذرفورد النيوزيلندي المولد ، ورائد فيزياء الذرة على مستوى العالم . وهو حائز على جائزة نوبل عن

أعماله عن طبيعة النشاط الإشعاعي في كندا ، وكان وقتها أستاذا في جامعة مانشستر ، جامعا حوله فريقا من الباحثين المبرزين • وبصفته رائدا هو نفسه ، فقد كان يستمتع بالمناقشات المجددة حول الكم ، والتي دارت في المؤتمر • وعند عودته الى مانشستر أعاد تلك المناقشات بحرارة على أسمع الفيزيائي الدانيماركي الشاب « نيلز بوهر Niels Bohr » وهو حديث ظل يتذكره الى نهاية عمره

في بدايات ١٩١١ ، اقترح رذرفورد فكرة أن الذرة تتكون من نواة ضخمة نسبيا ، وان كانت غاية في الضالة ، تحيط بها الكتلونات كوكبية ، نظام شمسي دقيق مترابط بقوى كهربية وليس جاذبية • وكان ذلك الاكتشاف المصيري مرتكزا ببراعة على التجربة ، ولكن نموذجه ذاك كان معيبا ، حيث انه طبقا لنظرية ماكسويل مصيره الانهيار ، فلن تظل الالكترونات في مداراتها الثابتة ، بل سوف تشع طاقتها على هيئة موجات كهرومغناطيسية ، فتتجه في حركة لولبية نحو النواة لتتناهز داخلها • لم يكن هناك من أمل في أن تظل ثابتة أو أن تشع خطوط الطيف كما يشاهد بالتجربة •

وفي عام ١٩١٣ ، عندما عاد بوهر للدانيمارك ، تدخل لانهاء الموقف • لقد تحدى أينشتاين ماكسويل ، وقرر بوهر أن يتعداه بدرجة أكبر ، وبنفس السلاح ، نظرية الكم •

كان هم بوهر الأول أن يضع تصورا نظريا لا تنهار فيه ذرة رذرفورد • تصور ستارة لنافذة ، تتحرك بحيث تدخل المطلوب من ضوء الشمس ، وأن هذه الستارة مصممة بـ «سقاطات» على مسافات محددة ، عندئذ لن يكون التغير في

مكان الستارة كما نحب ، بل لا يكون الا عند تلك السقاطات .  
هذا ما تصوره بلانك بالنسبة للاشعاع ، لن يكون عند أى  
من الاهتزازات ، بل عند قيم محددة ، تحدها قيمة « الكم »  
لطاقاتها . وسبق أن التقط آينشتين فكرة القيم المحددة تلك ،  
مستشفا مدى أهميتها ، وطبقها على الحرارة والضوء ،  
وها هو بوهر يقيمها على الذرة ليمنعها من الانهيار .

وفي تحد سافر لقاعدة ماكسويل ، أعلن بوهر أن  
الالكترونات لن تظل في مداراتها فقط ، بل وانها لن تشع  
أثناء دورانها ، واستمر في طريق الهرطقة ذلك ليقرر أن  
المدارات لن تكون الا بقيم محددة البعد عن النواة ، ولن  
يسمح بقيم بينية لها . أما عن الاشعاع ، فقد قرر أنه لا يكون  
أثناء دوران الالكترون حول النواة ، ولكن عند انتقاله من  
مدار لآخر من المدارات المسموح بها . وقال ان ترددات  
الضوء مرتبطة بالتغير في طاقة الالكترون وفقا لقاعدة الكم ،  
وان العلاقة بين الطاقة والتردد محددة بثابت بلانك . وبين  
ان تلك القواعد في صورتها الرياضية الأكثر تفصيلا تؤدي  
الى نتائج في توافق غير عادى مع التجارب . وقبل كل شيء ،  
ورغم أن هذا تم ادراكه لاحقا ، فقد أظهر صدق حدسه  
الفريزى برفضه الحديث عما يحدث خلال قفزة الالكترون  
بين مدار وآخر .

كانت نظرية بوهر عن ذرة رذرفورد إحدى نقاط  
التحول في الفيزياء ، وسرعان ما جلبت الشهرة له . الا أنها ،  
وباعتراؤه ، كانت تزوجا بين المفاهيم التقليدية والكمية ،  
بحيث رفضها كبار الفيزيقيين فى أول الأمر ، باعتبارها  
هراء . وقد كتب بوهر بانفصال عام ١٩٥٨ : « خارج

مجموعة مانشستر كانت أفكارى تقابل بتردد شديد » .  
وبالتأكيد يمكن اعتبار نظريته ويعق هراء كبيرا ، هراء  
ملهم ، تحفة من صدق الحدس ، ولنترك آينشتين يتحدث  
بنفسه عن قيمتها . ففى خريف ١٩١٣ ذكرها باعتبارها  
« أحد أعظم الاكتشافات » وأبدى الإعجاب بوجه خاص  
بـ« الانجاز الرائع » بربط الضوء بالقفزات الكمية للالكترونات ،  
بدلا من ذبذبه ، حسب الاعتقاد الشائع طبقا للأسس  
الماكسويلية ، بل وحتى الكمية . وفى سيرته الذاتية التى  
كتبت بعد ذلك بثلاثين عاما ، وبعد أن تخطى العلم بكثير  
نظرية بوهر ، تكلم آينشتين عن سنوات ما قبل الحرب الأولى :

« كل محاولاتي ... فشلت تماما » . بدأ الأمر  
كما لو أن الأرض قد مادت تحت قدمى ، وبلا أى  
أساس ثابت يجده المرء أينما حاول ليبنى عليه .  
لكن هذه الأسس المهترئة والمتعارضة والمتناقضة  
كانت كافية لتمكين رجل فى مثل حدس وحساسية  
بوهر الفريدة ليكتشف القوانين الأساسية لخطوط  
الطيف ، وكذلك مدارات الالكترونات ، بكل دلائلها  
للكيمياء . يبدو لى ذلك وكأنه معجزة ... وهى  
كذلك حتى اليوم . هى أرقى صور التناقض فى  
مجال الفكر » .

فى عام ١٩٠٠ ، حينما استخلص بلانك معادلته عن  
إشعاع الجسم الأسود ، لم يستطع تفادى الخلط بين الأفكار  
الماكسويلية والكمية ، رغم ما بينهما من تناقض . وفى  
١٩١٦ وجد آينشتين مدخلا كيميا جديدا تفادى به المفاهيم  
الماكسويلية الكهرومغناطيسية . وقد أظهر نجاح نظرية



بوهر أنه فيما يتعلق بالطاقة الداخلية ، فإن الذرة تشبه سلسلة من المستويات أو الخطوات . ولقد تأكد وجود هذه المستويات بالفعل بتجارب مباشرة ، وأدرك أينشتين أنه أيا كان مصير نظرية بوهر بما فيها من خلط بين المفاهيم ، فإن مفهوم مستويات الطاقة سيظل حيا . ومن ثم فقد اتخذ منها أساسا آمنا ليبنى عليه . وباستخدام المنطق الاحتمالي ، وبدون افتراض الفوتونات ، وجد ، وبنص ما قاله ، اشتقاق « بسيط بشكل مذهل » من معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود . بل وقد وجد المزيد ، ولم يكن يخفى سروره البالغ بالطريقة التي انسجمت بها كافة الأجزاء . وعندما نشر العمل كتب عنها « نفخر ببساطتها وعموميتها » ولم يكن في ذلك مبالغا . كانت عملا لأينشتين بحق ، وكان محقا عندما اعتبرها من بين أفضل أعماله ، وقد كان تأثيرها على بوهر عظيما ، وبالتالي على تطور الفيزياء الكمية برمتها .

والفكرة الأساسية سهلة الاستيعاب . افترض أينشتين غاذا مكونا من ذرات كلها من نفس النوع . ولنفترض للتبسيط أن لها مستويين للطاقة فقط . ولنتحدث من البداية عن جسيمات الضوء ، الفوتونات ، ولو أن أينشتين لم يكن محتاجا لها . ولنفترض أيضا أن الفوتونات كلها لها طاقات تناسب بالضبط مع مستويي الطاقة المشار إليهما . وأنه عندما تكون الذرة في المستوى الأدنى نطلق عليها مصطلح « فارغة » ، وعندما تكون في المستوى الأعلى نطلق عليها « ممتلئة » . وعلى ذلك فعندما تمتص ذرة فارغة فوتونا فانها تصبح ممتلئة . وحين تطلق ذرة ممتلئة فوتونا فانها تصبح فارغة .

هنا يضع آينشتين ثلاث قواعد، اثنتان منهما سنذكرهما الآن والثالثة فيما بعد . والقواعد الثلاث هي المقابل الكمي لعمليات ماكسويل . تظل الذرة فارغة حتى يصلها فوتون ، أما الممتلئة فتشع ما بها من فوتونات تلقائيا ، أى دون أى استثارة خارجية . ولما كنا نفتقد أية معلومات عن العمليات الداخلية فى الذرة ، فليس بإمكاننا أن نتوقع متى ستطلق فوتوناتها . لذلك سوف نفترض أنه إذا كان لدينا العديد من الذرات والفوتونات فإن الاشعاع سيكون عشوائيا ، ونضع معادلة احتمالات لتعبر عن هذه العشوائية . وهى من نفس نوع المعادلات الاحصائية التى استخدمها رذرفورد وآخرون فى التعامل مع الاضمحلال الاشعاعى لنواة الذرة .

لدينا الآن عمليتان ، ذرات فارغة تمتص فوتونات عندما تصل إليها ، فتنتقل للمستوى الأعلى ، وذرات ممتلئة تطلق فوتونات تلقائيا عند لحظات غير ممكن توقعها ، فهبط للمستوى الأدنى . ونسمى هذه العملية الاشعاع التلقائى *spontaneous emission* ، وينبغى أن يكون معدل الاشعاع مساويا لمعدل الامتصاص . ولكننا لو اكتفينا بالقاعدتين المذكورتين فقط ، فلن نصل الى معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود . وقد أدرك آينشتين أنه لا بد من وجود عملية ثالثة للتوصل إليها . لنفرض أن ذرة ممتلئة صادفت فوتونا ، المفترض أنها لن تميزه التفاتا ، وهنا افترض آينشتين أنها قد تحاول امتصاصه (١٤) ، وأنه عندما تفعل ذلك ، ينطلق منها الفوتونان معا ، ما بها أصلا وما امتصته زائدا عن حاجتها ، فتصبح بذلك فارغة . قد يكون هذا من قبيل

---

(١٤) هل نسميها فى هذه الحالة « جزمة » ؟ - ( اراجع ) .

خرافات ايسوب ذات المعانى الأخلاقية ، ولكن هذه العملية ذات أهمية علمية كبرى وتسمى الاشعاع المستثار stimulated emission . ومن الجدير بالذكر أنها بعد ثلاثة عقود وجدت تطبيقا عمليا غاية فى الأهمية ، فهى المبدأ الأساسى لأشعة الليزر ذات الاستخدامات الجليلة فى وقتنا الحاضر . ومن المفارقات ان هذه الأشعة التى قد تكون السلاح الرئيسى للحرب العالمية الثالثة اذا قدر لها أن تقوم ، مبنية أساسا على الأبحاث الكمية التى قام بها آينشتين فى برلين ، مؤسسا اياها على أسباب جمالية .

هناك المزيد من الجوانب عن هذه القصة بالذات ، نذكر احداها بإيجاز . فخلال عمله فى الورقة الثانية وجد آينشتين أسبابا قوية تدفعه لاعتبار كميات الضوء كجسيمات ذات كمية حركة مثل طلاقات الرصاص مثلا . وكانت هذه الأسباب من الوجاهة بحيث كتب فى مقالته : « ان الاشعاع على صورة موجات شيء لا وجود له » . وقد تأكد سلوك الضوء كجسيمات فى تجارب عام ١٩٢٣ . ولكن الأدلة على موجات الضوء كانت قوية ، وفى عام ١٩٢٢ ، حينما فاز بوهر بجائزة نوبل ، كان مع آخرين مترددا فى قبول فكرة آينشتين عن جسيمات الضوء ، بل انه بشكل من الأشكال لم يقتنع بها أبدا .

تقابل الرجلان للمرة الأولى فى عام ١٩٢٠ ، عندما دعى بوهر لالقاء محاضرة فى برلين عن نظريته . وبمجرد وصوله بدأت مناقشة مبهجة وحيوية بين الرجلين ، بحيث احتلت كل أوقات الفراغ خلال أيام الزيارة . وكان ذلك متوقعا مع مثل هذين الرجلين ، لأن كلا منهما كان يكن للآخر عظيم

الاحترام . وكلاهما أيضا كان مفتونا بالمعضلات الضخمة التي أنعمت الفيزياء النظرية . وبعد أن غادر بوهر برلين كتب إليه أينشتاين في ٢ مايو : « نادرا ما تمتعت لمجرد تواجد شخص معي يمثل ما شعرت به معك . لقد أدركت الآن لماذا يحبك إيرنست بهذه الدرجة » - وقد رد عليه بوهر : « كانت بالنسبة لى أعظم تجارب حياتى أن التقيت بك وتحادثت معك ، ولا يمكنك أن تعلم مقدار النشوة التي أحسست بها عندما استمعت لآرائك ، لى أنسى أبدا مناقشاتنا فى الطريق من « دالم » الى « منزلك » .

وبحلول عام ١٩٢٢ كان بوهر مفخرة الدانيمارك ، ومديرا لمعهد الفيزياء النظرية الذى أنشئ خصيصا من أجله فى كوبنهاجن . وأصبح المعهد فيما بعد المركز العالمى للنظرية الذرية . وتقاطر عليه المنظرون الجدد من كل الأقطار ، ولم تكن مزحتهم أن اللغة الرسمية للمعهد هى الانجليزية الركيكة تخلو من حقيقة .

أما فيما يتعلق برذرفورد ، فقد أصبح مديرا للمعمل كافنديش الشهير فى جامعة كامبردج ، وهو المنصب الذى شغله ماكسويل من قبل . وظل بوهر المنظر ورذرفورد رجل التجارب على اتصال وثيق ، وفى ظل ريادتهم الملهمة حققت الطبيعة الذرية قفزات هائلة .

لكن نظرية بوهر كانت تواجه مصاعب خطيرة خلال عام ١٩٢٢ ، وكان الكل على علم ، خاصة بوهر نفسه ، أنها مرحلة انتقالية . وقد تمكن بوهر من توسيع مداها بادخال « مبدأ التوافق Correspondence principle — تذكر هذا الاسم — لمع فيه نظريته يدماء مع الفيزياء الكلاسيكية ،

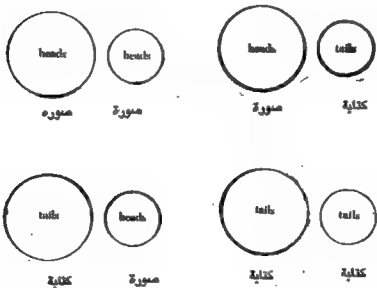
ولكن هذا المبدأ كانت له كل مقومات الحل المؤقت ، وبدا  
بوضوح أن النظرية قد استهلكت أغلب مواردها ، وبات  
المنظرون في حالة من الارتباك البالغ .

وفجأة ، وبلا مقدمات ، انهارت كل المقدمات التي  
تحول دون التقدم ، فقد وجد المخرج أخيرا ، وبعد عدة  
سنوات من البلبلة تبدلت الصورة . لا تتعب نفسك في  
محاولة الفهم ، فما يلي يحكي خطوطا عامة لحوادث متزاحمة  
وتفاسير مفتعلة استنزفت الطاقة الذهنية لأكبر علماء  
العصر . ولو سببت لك الحيرة فهي على الأقل قد نقلت لك  
الحالة العامة التي كانت سائدة آنذاك .

عندما عاد الفيزيائي الفرنسي « مورييس دي بروليي  
Mourice de Broglie » ( يكتب عادة « دي بروجلي » ) من  
مؤتمر سولفاي الشهير عام ١٩١١ ، أثار تقريره أخاه لويس  
بدرجة فاقت ما أثاره تقرير رذرفورد في بوهلر الشاب .  
وبالحاح من لفز الكم ، والدلائل المتضاربة حول طبيعة  
الضوء كجسيمات وكموجات على ذهنه ، خرج هو الآخر  
فيما بين ١٩٢٢ و ١٩٢٤ بفكرة لا تقل غرابة . فقد اعتبر  
الضوء جسيمات تقودها الموجات ، والأكثر من ذلك اعتبر  
الالكترون بدوره جسيما مصحوبا بالموجات ، وكذا بقية  
الجسيمات ، وأن هذه الموجات تسير بأسرع من الضوء . وقد  
يبدو ذلك غير مقبول ، وهو بالفعل كذلك ، وكان لا بد من  
تعديل تفسير حسابات دي بروليي الرياضية ، ومع ذلك فقد  
استطاع بموجاته تلك أن يعطي تصور بوهلر للمدارات  
المحددة التي اقترحها بوهلر معنى حيا .

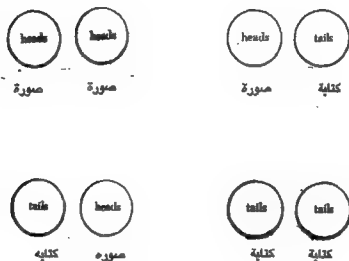
ويتبصر غير عادى اهتم أحد الرجال ، « بول لانجفين  
Paul Langvine ، بأفكار دى بروليبى ، وأخبر أينشتين  
بذلك .

والذى حدث أنه قبل ذلك بفترة قصيرة كان أينشتين  
يشحن طاقته الذهنية . كان قد تسلم مخطوطا من فيزيائى  
هندى غير معروف ، « س . ن . بوز S. N. Bose » . وقبل  
أن نعرض لمخطوطة بوز نتسامل سؤالا بسيطا : اذا رمينا  
قطعتين من عملتى نقد مختلفتى القيمة ، ما هى احتمالات  
أن تستقر العملة على وجهى الصورة ؟ هذه مسألة بدائية  
من مسائل الاحتمالات سهلة الحل . لدينا هنا أربعة  
احتمالات ، كلها متساوية الفرصة : الوجهان صورة ،  
الوجهان كتابة ، كتابة وصورة ، صورة وكتابة ، كما هو  
مبين فى الشكل التالى :



ومن ذلك يمكن القول بأن الاحتمال هو واحد من أربعة ، أى ٤/١ .

لنفرض أننا سوف نلقى بقطعتين من العملة بنفس القيمة ، ما هى الاحتمالات فى هذه الحالة ؟ الآن ستكون لدينا ثلاث حالات فقط ، كما هو مبين فى الشكل التالى :



وذلك لأن حالتين قد اتحدتا ، صورة - كتابة وكتابة - صورة . ومن هنا فقد نصل للنتيجة الخاطئة بأن نسبة الاحتمالات هى الثلث ، بينما هى فى الواقع لا تزال الربع ، حيث ان احتمال الحالتين المتحدتين هى النصف . فإذا وقعنا فى خطأ كهذا فليس لنا أن نخجل ، اللهم الا اذا كنا متخصصين فى نظرية الاحتمالات . ففى بداية العهد بها وقع فى هذا الخطأ كبار الرياضيين . ولتفادى الوقوع فى مثل هذا

الخطأ علينا أن نميز بين المملتين المتشابهتين بأية علامة مميزة ؛ توضح الحاليتين المتشابهتين فلا تؤخذان على أنهما حالة واحدة .

لنعد الآن الى مخطوطة بوز ، لقد تعامل مع الضوء كجسيمات مطبقا عليها القواعد الاحصائية التي طبقت فيما سبق على جزيئات الغازات ، أخذنا في الاعتبار أن كميات الضوء متساوية الطاقة ستكون أشبه بالعملات المتشابهة . وبين أنه لو تمعدنا الوقوع في ذلك الخطأ ، فانه يكون بإمكاننا استخلاص معادلة بلانك لاشعاع الجسم الأسود ، بينما لو تجنبنا الوقوع في الخطأ المشار اليه ، لا يمكن التوصل لتلك المعادلة .

واستعاراً منه بأهمية رأى بوز ، قام أينشتين بترجمة المخطوطة الى الألمانية وعمل على نشرها في مجلة علمية ، ولم ينته الأمر عند ذلك الحد ، فبحسب منه قارب النبوءة أصبح هذا المفهوم معروفا بـ « احصائيات بوز - أينشتين » . وقد وسع أينشتين من فكرة بوز بتطبيق طريقتيه في حساب الاحتمالات على حالة الغازات من مادة ذات جزيئات متشابهة ، وعليه فعندما وجد أن دى برولى أيضا يتعامل مع الضوء والمادة بطريقة موحدة ، تنبه على الفور . وعلى الرغم من أن أفكار دى برولى كانت « مجنونة » ، كما أسر أينشتين لبورن فيما بعد ، الا أنه استشعر أهميتها . لذلك ، وفي عام ١٩٢٥ وفي ورقته الثانية عند تقديمه لأفكار بوز لم يكتف بخرص



فكرة برولى ، ولكنه أيضا أثنى على أعماله لدى الفيزيقيين (١٥) .

كان آينشتين يدرك تماما الوزن الفعلى لكلماته ، ولكنه لم يكن يتوقع ذلك التأثير لها عن أفكار دى برولى . وبالتالى ، وفى عام ١٩٢٦ فى جامعة زيورخ بدأ النمساوى « ايروين شرودنجر Erwin Schrodinger » فى نشر نظرية ذرية حققت نجاحا كبيرا . وبرغم ارتباطها الوثيق بمعادلات نيوتن ، الا أنها لم تعتبر المادة مكونة من جسيمات ولا جسيمات مصحوبة بموجات ، وانما مجرد موجات ، موجات سلسلة خالصة ليست فى الفراغ المعتاد ، بل فى فراغ رياضى مجرد يمكن أن تكون له العديد من الأبعاد .

وفى تلك الأثناء ، وفى يونيو عام ١٩٢٥ تمكن الفيزيائى الألمانى « فيرنر هايزنبرج Werner Heisenberg » وهو فى الثالثة والعشرين مع وضع نظرية ذرية لا تقل نجاحا عن السابقة ، ولكنها مختلفة تماما . فقد استبعد مدارات الالكترونات باعتبارها غير مرئية ، ورفض ريس ما هو متعلق بالذرة على أسس كهذه . وبتطبيقه أسلوبا

---

(١٥) هناك شيء غريب فى هذا التسلسل للحوادث يتجاوز غرابية المفاهيم ، بطريقة بورز الاحتمائية لم تكن جديدة تماما ، فهو قد ابتعد منذ ١٩١١ بطريقة خمينية فى أعمال إيرنست وآخرين فى التعامل مع معادلة بلانك . وكان من المتوقع أن ينتبه لها آينشتين بما له من اهتمام بالغ بمعادلة بلانك ولا ينتظر تحليزا لذلك من بورز . ولكن من الممكن تصور أنه لم يكن قادرا على الانتباه لما تضمنته أفكار ١٩١١ من إيعازات بسبب نفسى هو احتياجه للتركيز على نظريته الثورية الخاصة بجسيمات الكوانتا الضوئية . وحتى فى ١٩٢٤ لم يكن قبله لطريقته الاحصائية مع بورز الا على مستوى ، لكونها تتزع عن الجسيمات استقلالياتها ، بما يلقى شموشا على مفهوم الجسيمات . هذا الاثر النفسى ، بفرض وجوده ، يجب أخذه فى الاعتبار حين نتعرض للتطورات التالية فى هذا الفصل .

مجردا صارما ، وجد من خلال حقائق معروفة ومستقرة عن الطيف الذرى أسبابا للاستنتاج الغريب التالى : أنه على المنظرين ، ومع التزامهم بالمعادلات النيوتونية أن يستخدموا العناصر الرياضية بما يجعل  $s \times s$  لا تساوى  $s \times s$  !

وكان هايزنبرج لحسن الحظ مساعدا لبورن فى جامعة جوتنجن ، وكان الأخير على بصيرة بفكرة هايزنبرج فحملها محمل الجد ، وعمل مع مساعده « باسكال جوردان *Pascal Jordan* » بهمة ونشاط على تطوير تلك المفاهيم ، وفى سبتمبر كان ثلاثتهم قد توصلوا الى وضع النظرية فى صورتها المحددة . كذلك وبشكل مستقل وأكثر وضوحا فعل باحث انجليزى شاب « بول ديراك *Paul Dirac* » ، من جامعة كامبردج . وكان هو الآخر فى الثالثة والعشرين .

وفى ١٩٢٦ حقق بورن تقدما ملحوظا فى هذا المجال ، وحصل على جائزة نوبل فيما بعد تقديرا لهذا الانجاز . فقد أعاد تفسير نظرية شرودنجر ، على مضض مع الأخير . واعتمادا على تلميح من احدى محاولات آينشتين المبكرة للتوفيق بين الموجات وجسيمات الضوء ، اعتبر بورن موجات شرودنجر ليس كما تصورها الأخير كموجات للمادة ، بل موجات احتمال (١٦) مصاحبة لجسيمات المادة .

فى خضم كل هذه المرحلة الحيرة دعنا نتوقف لتسائل : من أين وجد كل من دى برويى وهايزنبرج الالهام لتصوير أفكارهما غير العادية . وكذا الشجاعة لصياغتها رياضيا .

---

(١٦) بعبارة أدق ، موجات لا يسمى « الاحتمالات السعوية *Probabilities* » ، ولكننا لسنا محتاجين لمثل هذه اللفظة .

ليس من السهل أن تكون رائدا ، من الناحية المعنوية أنت محتاج لقدر عظيم من العزم والاقناع • على سبيل المثال عندما قارب هايزنبرج من الانتهاء من حساباته الأساسية فكر جديا فى احراق أوراقه • صحيح أن النظرية الذرية كانت ناضجة للأعمال البطولية ، ولكن اليأس كان هو الدافع الوحيد ، بينما لم تقدم هى سوى النزر اليسير من التوجيه •

لقد تنامت أفكار دى برولى بشكل مباشر من فكرة أينشتين عن كوانتا الضوء ، وبشكل أخص من النظرية النسبية الخاصة • وكانت تلك النظرية هامة أيضا بالنسبة لهايزنبرج ، فانكارها الصريح للتزامم المطلق أعطاه الشجاعة لانكار مدارات الالكترون غير المرئية ، كذلك تطورت احدى أفكار أينشتين من أعماله عام ١٩١٦ لتكون أساسا لاكتشاف الليزر • لكن تأثير بوهر كان هائلا ، كان هايزنبرج قد أمضى لتوه عاما مشغرا فى معهد كوبنهاجن ، وكانت فكرته امتدادا طبيعيا لمبدأ التوافق السابق ذكره ، والذي به مد بوهر من نطاق نظريته فى محاولة لأرب صدعها • ففى سكرات موتها ولدت نظرية هايزنبرج ، ويعتبر ذلك أعظم انجازاتها •

وكانت أفكار دى برولى وهايزنبرج تجديدا غير عادى • ولقد تنامت أفكار دى برولى من النسبية ومفاهيم الكوانتا الضوئية بشكل رائع يدفع المرء للتعجب لماذا فات على أينشتين أن يتخذ هذه الخطوة الحاسمة • وبنفس المنطق كانت أعمال هايزنبرج متولدة من مبدأ التوافق الذى وضعه بوهر ، بحيث يتعجب المرء لماذا لم يتخذ الأخير هذه الخطوة • ولكنه

كل ذلك لا يقلل مما حدث من انجازات • وقد حصل كل من هايزنبرج ودي برولي وشروندجر على جائزة نوبل •

رغم ذلك يمكننا النظر للأمر بشكل مختلف • فان مفاهيم دي برولي وشروندجر هي شهادة يحق على قوة حدس آينشتين ، وكذلك الأمر بالنسبة لكون أعمال هايزنبرج شهادة على قوة حدس بوهر • ولذلك فان الاثنين ، آينشتين وبوهر ، قدر لهما أن يتواجهوا في معركة طويلة حول تفسير النظرية الجديدة •

نقول نظرية ، وليس نظريات ، لأن شروندجر قد اكتشف - ولم يكن الوحيد - رابطة رياضية تبين أنهما متماثلتان في الأساس • ومن خلال التفسير الاحتمالي أمكن لتيرك ، وبشكل مستقل جوردان ، أن يكتشفا سريعا أنهما وجهان لنظرية واحدة أعم ، هي ما أطلق عليها « ميكانيكا الكم » *quantum mechanics* ، وهي المستخدمة بصورة أساسية حاليا •

موجات الاحتمالات في الفراغ متعدد الأبعاد ،  $x$  ص لا تساوي  $x$  ص • ولأن الفكرتين تتربطان ، ما الذي سصير اليه هذا العالم ، عالم الكم ؟ بالكاد كان فيزيائيو تلك الحقبة يتمكنون من التقاط أنفاسهم • كانوا يعيشون في أوج ثورة علمية تجمعت نذرها منذ بداية القرن • ولو كان لنا أن نشاركهم شيئا من أحاسيسهم ومشاعرهم خلالها ، وهم يتخمون بالآحداث المتلاحقة ، فملينا ألا نتباطأ ، بل نسارع الخطو لاهئين ، فأماننا ، مثلهم ، المزيد من المتاجات - ففي عام ١٩٢٧ ، وبالهام مرة أخرى من أعمال آينشتين في

استنباطه للنظرية النسبية ، أعلن هايزنبرج عن مبدأ عام شامل ، يعطى صورة حية لمدى غرابة ما كان يطرح من مبادئه .

لكي نرى قطة ، علينا أن نسقط عليها الضوء . وحين نفعل ذلك ، فإن فوتونات الضوء سوف تصطدم بها ، ولكن القطة لن تشعر بهذا الأثر لضعفه بالنسبة لكتلتها . وينطبق ذلك على كل ما نراه في حياتنا اليومية . لكن الأمر يختلف في العالم دون الميكروسكوبى للجسيمات الذرية . فالإلكترون مثلاً أصغر من أن يرى بالعين المجردة ، فلو حاولنا أن نراه ، علينا أن نسقط عليه الضوء ، وعندئذ تنهال عليه الفوتونات كطلقات الرصاص لتدفع به بعيداً عن الموقع الذى أردنا أن نشاهده فيه ، مؤثراً كذلك فى سرعته الأصلية . وقد استخلص هايزنبرج من ذلك أنه يستحيل أن نحدد بدقة موقع جسيم ، وأن نرسم مساره كما تفعل الأجسام المألوفة لدينا ، فحين نريد تحديد الموقع بدقة ، لا بد لنا أن تضحي بدقة تحديد السرعة ، والعكس بالعكس . وهذا بوجه عام هو مبدأ « عدم اليقين uncertainty » ، وقد لا يبدو ذلك انجازاً هاماً ، ولكن لنر ما يمكن أن يتمخض عنه .

طالما أننا ليس بإمكاننا أن نحدد بدقة موضع وسرعة الجسيمات فى لحظة معينة ، فلن نكون قادرين على توقع مكانها فى لحظة تالية ، ويكون التنبؤ العلمى أمراً مشوشاً . لقد أصبح مبدأ السببية مبدأ كيمياً .

هذا بالقطع أكثر تشيئاً للذهن من انكار أينشتاين للتزامن المطلق . فهو اغراق فى تدمير أسس العلم التقليدى . ولكن ذلك لن يؤدى لفوضى ضاربة بالضرورة ، اذ يظل هناك بصيص من التحديد ، ولكنه ليس من النوع الذى يعطينا

دفع اليقين • واليك احدى الطرائق فى وصف ذلك الملمح :  
بين الملاحظات تطرد الموجات الاحتمالية فى نظام محدد •  
ويمكننا ذلك أن نتنبأ بالاحتمالات • وبالنسبة لمسائل الحياة  
اليومية تقترب هذه الاحتمالات الى ما يشبه اليقين ، بحيث  
يكون عدم اليقين بالنسبة للأجسام المرئية قدرا ضئيلا  
لا يلتفت له •

أخذ العلماء فى تمثيل هذه الأفكار المختلفة فى قنوط ،  
وقد هالهم نجاح ميكانيكا الكم ذات الجمال الرياضى والمفعمة  
بالمتناقضات الفيزيكية • والآن ، ما معنى ذلك كله ؟ أى منطلق  
يمكننا استخلاصه من ذلك ، ان صرح أن به شيئا من  
منطق ؟ لقد أعطى بوهر الاجابة عام ١٩٢٧ ، وأصبحت  
فيما بعد ، مع أفكار بورن وهايزنبرج ، أساسا لما يعرف  
الآن بـ « تفسير كوبنهاجن » • وقد أدخل بوهر مفهوما أسماه  
« مبدأ التكاملية complementarity » • وما يلى هو خطوط  
عريضة لهذا المفهوم الدقيق ، الذى لا يبدو أنه قد اتفق على  
التفاصيل فيه : نلاحظ أولا ، وهو مالا يحتاج لتوضيح ، أن  
عالم الكم الذرى ليس مما يمكن أن نتصوره على الأسس التى  
ألفناها فى حياتنا اليومية • ويذهب بور الى أنه لا توجد قط  
وسيلة تعتمد على النظم المألوفة فى حياتنا اليومية تمكننا  
من ذلك • فنحن حينما نهض لاجراء تجربة ما ، نقوم  
بعمليات لضبط أجهزتنا التى صممت لتوائم حواسنا  
البشرية ، ثم تنتهى بقراءات نأخذها أيضا بأحاسيسنا  
البشرية ، بمعنى أننا نبدأ وننتهى بعمليات لا علاقة لها  
بعالم الكم ، وليس من سبيل لتفادى ذلك • بينما ونحن نقوم  
بهذه الاجراءات المرتبطة بداية ونهاية بعالمنا المألوف ، نحاول  
التعرف على عالم الكم الغريب تماما عن عالمنا ، والذى يتطلب

للتعرف عليه ما هو أكثر مما ألفناه فى حياتنا اليومية . لقد انتهى بنا الوضع الى أن نضطر للتعامل مع نوعين من الصور المتعارضة ، والتي تكمل بعضها البعض . فبصرف النظر عن كون الصورتين المادية والموجية متعارضتين ، فنحن فى احتياج لهما معا . فهما ببساطة صورتان متكاملتان ، لا يحملان تناقضا فيزيقيا . بالضبط كما لا يوجد تناقض بين مظهر السماء فى الليل البهيم وفى منتصف النهار ، لا يوجد أى تناقض بين تجارب تظهر خواص موجية للالكترونات وأخرى تظهر خواص مادية له . هذا التناقض ليس الا فى أذهاننا نحن لكوننا نبحث عن صورة بسيطة موحدة ، كالصور المألوفة لأذهاننا ، ولكن ليس لها وجود فى الطبيعة . وفى الصور التي نتحصل عليها ، ليس فقط الخواص المادية والموجية مطلوبة لها ، بل أيضا التمايش مع التناقض الذى أظهره هايزنبرج بين تحديد قيم مثل الموضع والسرعة . أيضا عندما نبحث عن صورة دقيقة بمفردات الفراغ والزمن ، ليس أمامنا الا التخلي عن التحديد المطلق ، والعكس بالعكس . علينا أن نوطن أنفسنا ، كما بين بوهر ، على التمايش مع هذا التكامل الشامل النطاق ، فليس من سبيل للهروب منه الا بالتمايش معه .

فماذا كانت علاقة آينشتين بكل ذلك ؟ لقد رفضه شكلا وموضوعا . فقد كان متناقضا مع كل ما لديه من حدس علمى . فهو منذ أن قام وهو فى سن الشباب بتوسيع أعمال بلانك الرائدة عام ١٩٠٠ ، قد حاول بكل ما يملك من جهد أن يضع مفهوما فيزيقيا لكونتنا الضوم التي أوجدناها نحن بنفسه . ويمكننا أن نتصور عدد المرات التي قضاهما بين قبول ورفض طيلة حياته . لقد شغلته وأرقته هذه المشكلة

بشكل دائم . كيف يمكن للفوتونات أن تتصرف مرة  
كالجسيمات عند ارتطامها بالذرات ، ومع ذلك تنتقل  
كالموجات ، كما لو كان بإمكانها أن تكون في عدة مواضع في  
نفس الوقت ؟ وقد زاد دى برولى الموقف سوءا بمد هذا  
التناقض الى المادة معطيا اياها خواص موجية ، ليسرى ذلك  
الوضع الغريب على كل الفيزياء . وقد تقبل آينشتين ذلك ،  
فهذا التوسع نوع من التوحد الذى ينشده . وها هو بوهر  
ينادى بالتعايش مع الصورتين الموجية والمادية كصورتين  
متكاملتين ، وهنا هبت غرائز آينشتين العلمية رافضة . وفى  
أواخر أيامه ، فى ١٢ ديسمبر عام ١٩٥٢ كتب لصديقه  
القديم ميشيل بيسو الذى طالما تناقش معه فيما كان يجول  
فى ذهنه من أفكار أيام مكتب البراءات قائلا : « كل هذه  
السنوات الخمسين من التفكير العميق ، لم تقربنى من الاجابة  
على التساؤل عن ماهية كوانتا الضوء . الآن ، كل من  
( هب ودب ) يعتقد أنه يعلم الاجابة ، ولكن الكل واهم » .

وكان آينشتين فى خضم معركة تفسير ميكانيكا الكم .  
لقد عارض على الفور التفسير الاحتمالى لنظرية شرودنجر ،  
ولكن خصمه الرئيسى كان صديقه الحميم بوهر .

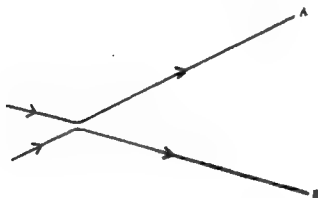
وقد ظهر هذا الصراع بشكل علنى فى مؤتمر سولفاى  
عام ١٩٢٧ . وقد جادل كل من بورن وهايزنبرج بأن عدم  
اليقين أمر لا يمكن تفاديه : ففى غياب نظام قاطع من  
السببية ليس أمامنا من سبيل سوى الاحتمالات . وقد وافقهم  
بوهر على ذلك ، أما آينشتين فلا . لم يكن مستعدا لقبول  
ما يرفضه حسه الفيزيى . لقد أحس أن النظرية غير  
مكتملة ، وطرح مجموعة من الفروض الجدلية البارعة لتدعيم



أفكاره • ولم يحدث من قبل أن تعرضت ميكانيكا الكم لمثل هذا الهجوم الصارخ ، والذي ثبت له بوهر وحلفاؤه بكل ما يملكون من عزم • وفندوا اعتراضات آينشتين الواحدة تلو الأخرى الى أن اضطروه ، على ما هو عليه من علم ، للتراجع • فكلما سد آينشتين رأيا في طريقة القياس ليتفادى بها عدم اليقين ، يتضح أن ذلك يستتبع رأيا آخر ، وهلم جرا • لقد بدا عالم اللاتحديد أمرا لا مفر منه ، وقد وقف صامدا لكل هجمات آينشتين • وبعد المؤتمر مباشرة انتقلت حلبة الصراع بين الطرفين ، آينشتين وبوهر الى منزل إيرنست Rhenfest ، الذي هاله أن يجد واحدا من هذين المعبودين له رافضا تفسير كوبنهاجن • وبعد عدة أشهر ، فى مايو ١٩٢٨ ، كتب آينشتين لشرودنجر : « ان فلسفة بوهر وهمايزنبرج المهدئة ، أو عسائ أن أقول ديانة ؟ قد تم احكامها بدقة تجعل المؤمنين بها فى حالة استرخاء يصعب أن يفيقوا منه بسهولة » •

وشهد مؤتمر سولفاى السادس عام ١٩٣٠ ، والذي يعتبر آخر مؤتمر يسمح لآينشتين حضوره ، جولة أخرى من الصراع ، حين قدم آينشتين مقترحا جديدا لتفادى عدم اليقين لهايزنبرج ، اهتز له بوهر هذه المرة ، وقد بدا صعب المراس ، اذ لم تلح له فيه ثغرة • ولو كان ذلك صحيحا فان ميكانيكا الكم ، التى كانت قد وصلت آنذاك الى ما لم تصله من قبل من نجاح ، تنهار من أساسها ، وهو ما لم يكن مستعدا لتقبله ، ولم يذق طعم النوم ليلتها الى أن وجد المظن فى جدل آينشتين ، وكان نايمًا من مبدأ التماثلية ، أو بالأحرى النظرية النسبية العامة • واضطر آينشتين للتراجع ، والاعتراف بصحة مبدأ عدم اليقين •

ولكنه لم يستسلم نهائيا ، ففي عام ١٩٣٣ ، قبيل مغادرته أوروبا نهائيا ، أورد فكرة جديدة ، ثم نشرها بعد ذلك بعامين ، تتلخص فيما يلي : لتتصور الكترونيين أ و ب ، يتقاربان ، ومنتظر حتى يتباعدتا متنافرين حتى لا يكون لأحدهما تأثير على الآخر . فعينما نجرى قياسا على أمثلا ، يعطينا ذلك فكرة عن ب ، دون أن يدعى أحد أن هذا القياس ، والذي أجريناه على أ ، قد أثر على النتائج الخاصة بـ (ب) بأية حال ، فيكون بإمكاننا أن نعرف ، ومن النظرية الكمية ، من قياس موضع أ بدقة سرعة ب بدقة . هل وضعت الاستراتيجية؟ نجرى قياسات على التعمين قيم خاصة بـ (ب) غير المتأثر بتلك القياسات .



ولتتصور لاعطاء صورة خيالية حية للفكرة أن التنافر حدث يوم الاثنين ، وأنا سوف تنتظر أسبوعا حتى يزول التأثير المتبادل بينهما . طبقا لمبدأ هايزنبرج لا يمكننا أن نحدد بدقة موضع وسرعة الالكترون في نفس الوقت ، ولكي بإمكاننا الخيار بينهما . لنفرض أننا يوم الاثنين قررنا قياس الالكترون أ ، ثم غيرنا رأينا فقررنا قياس سرعته يوم الثلاثاء ، ثم نعود يوم الأربعاء لقياس الوضع

ثم يوم الخميس لقياس السرعة ، ثم يوم الجمعة نعود ونقرر قياس الموضوع ، ونرجع يوم السبت لقياس السرعة ، وأخيرا ، وأمام هذا التردد ، نحتكم يوم الأحد لقطعة من النقود نلقيها لنحدد أية قيمة نختار .

لنفرض أن العملة اختارت لنا أن نقيس الموضوع ، وتمكننا النظرية الكمية من تحديد موضع أحد الالكترونين من مراقبة الآخر ، أما إذا كانت نتيجة رمى العملة هو قياس السرعة ، فانه أيضا يمكننا أن نفعل ذلك بقياسها لأحد الالكترونين ومعرفة قيمتها بالنسبة للآخر .

مع الطبيعي ألا نتصور أن قيم أي من الالكترونين سوف تتأرجح مع هذا التردد منا ، بحيث حين تقرر قياس السرعة مثلا يقرر الالكترون أن يخفى دقة موضعه أو العكس ، وبحيث انه حين تقرر أن نجعل الخيار عشوائيا سيتوافق عدم اليقين مع نتيجة رمى العملة . ان الالكترون في أية مرة يكون له بالفعل موضع وسرعة دقيقان ، وإذا كانت النظرية الكمية ترفض الاعتراف بذلك ، فهذا يعني أنها نظرية ناقصة ، لا تعبر تماما عن واقع الطبيعة .

كيف تواجه مثل هذا الجدل ؟ هل يدفعك ذلك للتسليم؟ بالنسبة لبوهر ، كلا . وسنرى حالا كيف تصرف حيال ذلك ، ولكه لا بأس من لحظات الالتقاط الأنفاس ، نفتنمها لذكر مواضيع أخرى .

لعل عودتنا لنظرية ماكسويل تكون ترديدا للألحان من أيام ولت ، ولكه ديراك استطاع في ١٩٢٧ تجديدها بأن علمها بدم مع النظرية الكمية . ثم باستخدام طريقة

« آينشتين - بوز » الاحصائية استخلص من نظرية ماكسويل  
المجددة ليس فقط معادلة بلانك للجسم الأسود ، بل أيضا كل  
النتائج التي توصل اليها آينشتين بطريق آخر عام ١٩١٦  
عق الليزر . وبرغم المشاكل المتضمنة استمرت نظرية  
ماكسويل المجددة لتصبح أدق نظرية للفيزياء تحت أيدينا  
حاليا .

بعد ادخال تلك التعديلات على نظرية ماكسويل ، دعنا  
لا ننسى نيوتن . فكل من بوهر وهايزنبرج وشرودنجر قد  
بنوا أعمالهم على أسس من أعماله . وقد بين ديراك بكل  
لباقة أن ميكانيكا الكم الحديثة هي في الأساس ميكانيكا  
نيوتن مطعمة بالأفكار الكمية . ومع ذلك ، ليس لنا أن  
ننسى آينشتين . ففي ١٩٢٨ استطاع ديراك ببراعة أن يطبق  
النظرية النسبية الخاصة على نظرية الكم للالكترونات ، وهو  
انجاز لا يضاهي جماله الا ما حققه من نجاح ، وعلى ضوء  
ذلك لم يكن مستغربا أن يمنح جائزة نوبل .

وفي محاولة آينشتين المستعينة حول تفسير نظرية الكم  
ترددت نقمة معينة كثيرا ، وهي رفضه الفريزي لفكرة عالم  
مؤسس على الاحتمالات ، تكون تصرفات الذرات فيه معتمدة  
على الصدفة . وكما دته حيال المشاكل العلمية المويضة ، كان  
يحول النظر للأمور من وجهة نظر الله . هل يحتمل أن يخلق  
الله عالما خاضعا للاحتمالات الصرفة ؟ أحس الرجل أن الاجابة  
يجب أن تكون بالنفي . فإذا كان الله قادرا على صنع عالم  
يمكن للعلماء فيه أن يتوصلوا لقوانين علمية ، عليه  
أن يخضع العالم لتلك القوانين ، لا أن يسمح للصدفة في  
كل حركة لجسيم فيه . ولكنه كان عاجزا عن اثبات ذلك ،  
فقد كانت المسألة احساسا وحسبا ، قد يحيل شيئا من

السداجة - ولكنها كانت عميقة الجذور - وكم كان حدسه الفيزيقي ، وان لم يكن معصوما ، نصيره فى مواقف عديدة • والعلم كله مبنى على الاقتناع ، وكل التطورات الغريبة التى تعرضنا لها ، ومن بينها نظرية بوهر الأولى ، تؤكد لنا أن الانجازات العلمية الباهرة لا تبنى فقط على المنطق الجاف •

وقد أوجز آينشتين شعوره الحدسى حول نظرية الكم فى كلمته المعبرة التى أخذت أشكالا عديدة فى مناسبات عدة ، وهي « Gott wirfelt nicht » وترجمتها « ان الله لا يرمى بالنرد (١٧) » ومع ذلك فقد رد آينشتين على خطاب بشأن معتقداته الدينية عام ١٩٤٥ قائلا : « من الخطأ دائما أن تستخدم مفاهيم مجازية من وضع الانسان فى التعامل مع الأشياء خارج نطاق الفهم الانسانى ، ان ذلك تصرف صبيانى » • كما فسر فى خطاب آخر لأحد المتحررين فكريا عام ١٩٥٣ ما كان يقصد بالله فى تلك العبارة بقوله : « انه ليس يهوه أو جوبتر أو اله سبينوزا العظيم » • وفى خطاب ١٩٤٥ سالف الذكر قال ما كان يردده غالبا : « لا نملك الا أن نعجب بجمال وتناسق بناء هذا العالم فى حدود قدرتنا على فهمه واستيعابه ، هذا كل ما فى الأمر » • وعلى ذلك فان هذا التناقض سوف يتشوه اذا ما حدث أن - وحسب ما عبر به مجازيا - لمب الله النرد • وحينما يستخدم آينشتين مقولة متعلقة بالفيزياء فانها يكون لها ثقل هائل ، حتى ولو كانت مجازية • ورغم تصريحاته الكثيرة الا أننا لا نعلم على وجه اليقين ما كان يقصده بلفظ « الله » - ففى أعماله العلمية كان الله هو الفكرة أو المفهوم

---

(١٧) من الطريف ان فكر رد بوهر على هذه المقولة : « ليس من واجبنا ان نخبرك كيف يظهر السلام » - ( انراجع ) •

الحاكم ، وهو مفهوم غير واضح أو محدد ، فمنذا الذي يمكنه أن يضع تعريفا له سبحانه وتعالى ؟ • فهو رمز ليس فقط عن توق أينشتين وعشقه واعجابه ، وانما أيضا عن احساسه بالتواضع مع الكون ، وهو ما كان علامة مميزة لمعقريته ، وهي كلمة أخرى تستعصى على محاولات التعريف •

ولننظر الآن الى رد بوهر على جدل أينشتين سابق الذكر • وهو جدل سبب له قلقا عميقا ، فقد رأى أنه أدق مما كان يتصور ، ولم يستطع الرد عليه الا بعد جهد جهيد من التحليلات • كان عليه أن يتراجع شيئا ما ، بعدم اثارة نقد لعملية القياس • وكما سنذكر بتفاصيل أكثر لاحقا ، كان عليه أن ينظر للتجربة في الحياة اليومية • وكانت وجهة نظره تقول : نفترض أننا الزمنا أنفسنا منذ البداية بقياس ، ولنقل ، الموضع ، عندها لا ندخل في متاهة تغيير الرأى ، وعليه توضع التجربة بهدف قياس الموضع منذ البداية ، وليس السرعة • أما لو الزمنا أنفسنا بأن نقيس السرعة ، فأننا بذلك نكون بصدد تجربة مختلفة كلية ليس للموضع فيها أى اعتبار • على ذلك ، فان « ظاهرتين فيزيقيتين » مختلفتين بحسب منطق بوهر قد دخلتا في المناقشة • والآن ، يقول بوهر ، فيما يتعلق بالظاهرة الفيزيكية — أو التجربة الكاملة — الفعلية ، لا يهم ما اذا كنا قد الزمنا أنفسنا منذ البداية بأجرائها أو غيرنا رأينا حتى قررناها أو قررنا ذلك برمى قطعة النرد ، فالأمر المهم هو التجربة التي أجريت بالفعل وليس متى ولا كيف قررنا اجراءها • فالتجربتان متعلقتان بظاهرتين تستبعد كل منهما الأخرى ، وليس مع سبيل لاجرائهما معا في نفس الوقت • فليس مع معنى في مواجهة تجربة أجريناها بأخرى لم نقوم

باجرائها • وليس فى ذلك أى شاهد على نقص فى ميكانيكا الكم •

وكان على آينشتين أن يقر بوجهة منطق بوهر ، ناعثا بوهر بأنه أشبه بالشخص الذى لا يتزحزح عن موقفه مهما كانت الظروف ، ومثل هذا الشخص لا يمكن دائما رفض منطقته على أساس منطقية ، ونفس المنظور كان رفض آينشتين لتفسير كوبنهاجن لميكانيكا الكم ، ليس على أساس منطقى ولكن على أساس حدسى كامن •

ولكن ، فيما عدا القليل من الاستثناءات ، لم يرفضه بقية العلماء عندما رأوه صامدا حيال النقد العميق • وكانوا توافقين لقبوله ، فيكونهم مغمورين بالأضواء الباهرة لتطبيقات ميكانيكا الكم المثيرة المرتقبة ، لم يكونوا على استعداد للتشويش على أساسها أو إثارة الشكوك حولها • ولم يكن بوهر وحده هو الذى تصدى للرد على ورقة آينشتين ، بل نهض لذلك بعض العلماء الأقل منزلة ، ولكن كما ذكر آينشتين بأسى ، كانت ردودهم شيئا آخر •

وقبل ذلك كان تفسير كوبنهاجن قد اكتسب وضعية النظرية المعصومة ، الى حد أن من يجرو على انتقاده يعرض نفسه للسخرية وفقدان السمعة الحسنة ، ولم يكن بلانك راضيا عن ذلك ، ورضخ له دى بروليى بسرعة ، رغم أنه فعل ذلك بلا اقتناع وحاول التملص منه بعد ذلك • أما شرودنجر فقد عارضه بحرارة • لكن المعارضين كانوا قلة ، وكانت الغالبية من علماء الكم على اقتناع بتفسير كوبنهاجن ، وكانوا ينعثون المعارضين بأنهم فى سبيلهم للانقراض البطيء ،

ظل الحال كذلك قرابة عشرين عاما ، وبعدها تعالت نبرات الشك . ورغم أن معظم العلماء مازالوا حتى الآن على اقتناع بذلك التفسير بشكل أو بآخر، لكن لم يعد له الشهرة والشرعية اللتان كانتا من قبل - وليس معنى ذلك وجود اتفاق عام حول بديل ، لكن الخروج على شريعة مستقرة هو أمر أكبر من مجرد عدم ارتياح عارض .

وقلما يمتدح بأن الوضع يتضمن مشاكل ، إلا أن ديراك ، على سبيل المثال ، كان مدركا وجودها . وهو لم يكن يتصور المودة لمبدأ القطيعة الكلاسيكي ، ولكنه حين رأى أن التطورات غامضة ، كتب عام ١٩٦٣ يقول : « قد يكون من المستحيل الحصول على صورة مرضية عن المرحلة الانتقالية الحالية » . فميكانيكا الكم بمنظور تفسير كوبنهاجن لها تداعيات تماثل تداعيات النسبية في مجافاتها للمنطق . واليك مثالا حيا اقترحه شرودنجر عام ١٩٥٣ : بمقتضى تفسير كوبنهاجن من المستحيل أن نثبتا بلحظة الانحلال الاشعاعي لنواة ذرة ما . ولكن ، أليس هذا منطقا معتادا ؟ ألم يستخدم آينشتاين نفس المنطق في استنباطه المذلل عام ١٩١٦ لاشعاع الذرة للفوتونات ، اشعاعا لحظيا لا يمكنه التنبؤ به . أليس هذا دليلا على وجود عمليات عشوائية ، كالنشاط الاشعاعي ، ليست متعلقة بلحظة يمكن توقع حدوثها ، تدل ، بحسب تمبير آينشتاين ، على أن الله يرمى بالنرد ؟ طبقا لتفسير كوبنهاجن ، نعم ، وأما بالنسبة لآينشتاين فلا . فعدم التوقع لدى آينشتاين هو لقصور النظرية ، وهو أمر مؤقت ، الخطأ فيه فينا نحن وليس في الذرة . إلا أن تفسير كوبنهاجن يرفض ، من ناحية المبدأ ، توقع مثل هذه العمليات ، وأن كل ما هو ممكن تجاهها هو الاحتمالات .



وعلى ضوء ذلك، فلننظر الى المثل الذى ضربه شرودنجر:  
نتصور أننا وضعنا قطرة فى غرفة مغلقة مع قارورة تحوى  
سيانيد البوتاسيوم ، ثم نضع ذرة فى كشاف بحيث اذا  
ما تحللت الذرة اشعاعيا ، يؤدى ذلك لقدح زناد جهاز بكسر  
القارورة ، ويقتل القطرة . ولنفرض أن احتمال الاشعاع  
هو ٥٠٪ فى الساعة . فى نهاية ساعة من بدء التجربة ، هل  
تكون القطرة حية أم ميتة ؟

المفترض أن تكون فى حالة من الحالتين ، أو على الأقل  
هذا ما نمتقده . لكن وفقا لتفسير كوبنهاجن لرياضيات  
ميكانيكا الكم ستكون القطرة فى حالة متأرجحة . بين الحياة  
والموت بنسبة ٥٠٪ . ومن الطبيعى أن نحاول التأكد من  
الحالة بالنظر داخل الغرفة ، ويخبرنا المنطق البسيط أن  
عملية الاستطلاع ليست لها صلة بالنتيجة ، فهى لن تقتل القطرة  
ان كانت حية ، أو تميدها للحياة لو كانت ميتة ، ولكن تفسير  
كوبنهاجن يرى عكس ذلك ، ان عملية الاستطلاع تؤثر على  
الوصف الرياضى للحالة المراد استطلاعها ، فهى التى ستحول  
القطرة من الوضع المتأرجح الى الوضع المحدد ، سواء أكان  
الحياة المؤكدة أم الموت المؤكد ، أيا كانت الحالة .

لنفرض أننا قبلنا بأن المنطق الرياضى يملأ وصفا  
كاملا للصور المتعلقة بالموقف الفيزيائى ، فان حقيقة أن  
مجرد النظر للقطرة سيكون له هذا الأثر الجوهري على التغير  
فى الوصف الرياضى لحالتها وبالتالي على الموقف الفيزيائى ،  
أمر مع الصعب قبوله بكل تأكيد . وقد حاول بوهر تلافى  
وجه الاشكال فى ميكانيكا الكم ، بالاصرار بأن علينا النظر  
للمظاهر الطبيعية كوحدة واحدة متكاملة تبدأ وتنتهى فى

العالم اللاكمى للحياة اليومية المألوفة ، والذى ينتهى باستطلاع حالة القطة اما حية او ميتة قطعيا . فليس لنا أن نتوقف وسط العملية ، حيث تسود الظروف الكمية ، ونتوقع أن نحكم قبل أن تكتمل ، بمفاهيم الحياة اليومية .

هذا المبدأ الدقيق غير قابل للاختراق ، بشروطه هو . فهو يحرمنا أن نتوقف فى مرحلة بين البدء اللاكمى والنهاية اللاكمية للظاهرة برمتها . واذا ما شاركنا أينشتين فى الاعتراض ، واعتبرنا أن نظرية الكم تعطينا صورة غير كاملة عن الحقيقة الفيزيقية ، يمكننا النظر الى هذا الاشكال كأمر وقتى ، حتى ولو لم يكن بإمكاننا وضع نظرية أفضل . وقد اعترف أينشتين طواعية بانجازات النظرية الكمية غير العادية ، وفى « ملاحظاته عن السيرة الذاتية » ، وكان ينتقى كلماته بعناية ، تحدث عنها كما لو كانت « أنجح النظريات الفيزيائية فى عصرنا » . ولكنه لم يقرن ذلك النجاح بالقبول . فقد ظل على شكه فيها بسبب طبيعتها الاحتمالية ، وعلى رفضه لمنطقها فى عدم اليقين . وفى رده على نقاده فى نفس الكتاب يلخص وجهة نظره بشكل قد يجده المرم مقتضا أو غير مقتنع حسبما يرى . أما لمن تكون الغلبة ، أينشتين أو يوهر فمازال الوقت مبكرا للتخمين . هل تثبت هواجس أينشتين الحدسية على المدى الطويل أنها مبنية على أسس متينة بصورة غير متوقعة ؟ هذا ما يخبئه القدر .

وقد كان القرار الفورى الى حد كبير فى غير صالح أينشتين . فقد وسع من مفاهيم بلانك فى الكم عندما أحجم عن ذلك الكثيرون . وكانت أفكاره الرائدة عن الكم أيضا هى الحاسمة فى القبول المبدئى العام لتلك المفاهيم . وقد

يرحب أيضا بالمفاهيم الثورية لدى بروليبي التي ألهمت شرودنجر . وكان الرائد في كل تجديد علمي عندما كان المستقبل في طي المجهول . ولكنه الآن قد أصبح في نظر قطاعات واسعة من علماء الكم كأحد المحافظين الذين تحفظهم العداوة ، أحد الذين يصارعون هباء جبال الثورة العلمية التي لا فكاك منها على ذات أساسيات العظم .

إن موقف علماء الكم هؤلاء غير مفهوم ، فقد استوعبت ميكانيكا الكم الجديدة كل المستعدّات الكمية الجريئة التي أدخلها آينشتين ، وبتطور هذه النظرية أصبح دوره فيها مقصورا على النقد فقط . وكان من السهل على المتحمسين أن يأخذوا انتقاداته ضده ، ونسيان أهميتها في بلورة تفسير كوبنهاجن . لقد وضعت النظرية النسبية العامة آينشتين في مستوى نيوتن السامي ، ولكنها بمكس النظرية النسبية الخاصة لم تعط دعما لعلماء الفيزياء ، وكانت تطبيقاتها المحدودة للمفكر وليس للمختبر . وكلما أهرق نفسه في تلك النظرية وتسميماتها ، أخذته بعيدا عن المشاغل الوقتية المعالة لعلماء الذرة . كما أدت مفادته لأوروبا والعزلة النسبية التي تعمدتها إلى إخماله عن التيار العام للفيزياء ، ورغم أن تأثيره بين علماء الفيزياء قد تضاعف ، إلا أنه ظل الرمز الأسجي وقمة العلم بين العامة .

وفي ذات الوقت في أوروبا كانت الأحداث ، علمية وسياسية ، تتحرك باتجاه اللحظات الحاسمة . وفي عام ١٩١٩ لكشف رذرفورد أن التصادم بين نويات الهيليوم والنيوتروجين يسبب في تحولها إلى نويات من الهيدروجين والأكسوجين ، ومرت هذه الظاهرة دون انتباه ، فقد كان

الاهتمام منصبا على أحداث أجسم ، كاثبات اينشتون من خلال كسوف الشمس صحة النظرية النسبية العامة .

وبمزور السنوات تضخم اكتشاف رذرفورد ، ووجد أن المزيد من النويات المعتقد بثباتها قابلة للتحويل . وفي عام ١٩٣٢م في مختبر كافنديش في كامبردج ، أدت التحولات النووية لبعض الذرات الى تأكيد قاطع لمعادلة آينشتين عن علاقة الطاقة بالكتلة وسرعة الضوء ، أى بعد خمس وعشرين سنة من اعلان آينشتين لها . وفي العام التالي كان التوصل لمزيد من التأكيد القاطع ، مع تحول الذرة كليا هذه المرة ، وليس جزئيا ، الى طاقة (١٨) .

لم يعد من شك في صدق حدس آينشتين ، من أن الكتلة هي وعاء هائل للطاقة . نحن لا نحصل على قدر كبير من الطاقة بحرق أوقية من الفحم ، بل ولا نستطيع حرق أوقية من الرمل ، ولكن أية أوقية من الفحم أو الرمل أو أية مادة أخرى تحتوى حرقيا على كم من الطاقة تساوى حرق أطنان من الفحم ، تقدر بمدة آلاف في الواقع . هل يمكن استغلال هذا القدر من الطاقة لأغراض عملية ؟ من الملفت للنظر أن كلا من رذرفورد وآينشتين أجابا بالنفي ، كان استخلاص الطاقة من الكتلة النووية بلا طائل على الإطلاق ، فما يتطلب من الطاقة لاستخراجها أكبر مما يستغل .

---

(١٨) هذا التعبير الدارج يمكن أن يؤدي لخطأ الفهم . فحين « تتحول الكتلة الى طاقة » يتخلف قدر من الكتلة بقدر ما كان موجودا من قبل ، في البدء كانت الكتلة في حالة متكون ، ثم تحرر جزء منها الى كتلة في صورة طاقة حركة أو إشعاع ، وقد كانت اكتشافات ١٩٣٢ ذات مغزى هام ، فقد أكدت ، وإن كان كحالة خاصة ، ليس صدق مقولة آينشتين عام ١٩٠٥ بأن للطاقة كتلة ، بل مقولته الأشد جسامة عام ١٩٠٧ بأن الكتلة بأكملها تتبادل الطاقة .

ولكن فى عام ١٩٣٢ ، وهو نفس العام الذى شهد أول التأكيدات الموفقة لمعادلة الطاقة لاينشتين ، أدت دراسة التحولات النووية فى ألمانيا وفرنسا الى اكتشاف النيوترون على يد جيمس شادويك James Chadwick فى مختبر كافنديش ، وهو جسيم محايد كهربيا له نفس كتلة نواة الهيدروجين . وباكتشاف النيوترون تغير الموقف جذريا ، وباستثناء شخص واحد ، لم ينتبه لذلك أحد . وكان ذلك الاستثناء متمثلا فى تلميذ آينشتين السابق زيلارد Szilard ، وهو لاجئ فى إنجلترا . فقد تنبأ بصقاع ذهن ملحوظ بما سيحدثه اكتشاف النيوترون . وقد وقعت هذه الأحداث فى ١٩٣٢ و ١٩٣٣ مع وصول هتلر للسلطة ، وفرار العلماء من ألمانيا . ولم يكن شروذنجر يهوديا ، ولكنه ترك كرمى الأستاذية فى برلين واستقر فى دبلن ، كما غادر يورن جوتنجن ليصبح أستاذ فى أدنبرة ، ونقد رصيد ألمانيا من العقول المفكرة .

وفى إيطاليا الفاشية عام ١٩٣٤ قاد اينريكو فيرمى Enrico Fermi من جامعة روما فريقا من الباحثين المتخصصين فى قذف النواة الذرية بالنيوترونات ، ولأنها محايدة فقد كان يمكن أن تقترب من النواة بدون مواجهة قوة طاردة ، وكن من شأن هذه النتائج التى لا تمنينا تفاصيلها أن منح فيرمى جائزة نوبل . وما يعنينا فى قصتنا هو امطاره لأثقل نويات معروفة ، وهو نواة اليورانيوم ، وقد توصل نتيجة لذلك لخلق عنصر لم يكن معروفا من قبل ، وهو ما يسمى الآن نبتونيوم ، ولكنه لم يكن متاكدا .

وما لم يعرفه هو أنه توصل الى شيء أكثر أهمية بكثير ، لقد تسبب فى انشطار ذرة اليورانيوم ، وهى حقيقة كانت

غير قابلة للشك ، قنبلة موقوتة مميتة تنتظر موعدها فى جو من التوتر السياسى المتصاعد . كانت ألمانيا منطلقة ، وحولها الحكومات الديمقراطية تقف فى شلل ظاهر . وفى مارس ١٩٣٦ قام النازيون الذين لم يكونوا مستعدين بعد للحرب بإعادة احتلال حوض الراين بخديعة ماهرة ، ولم يقابلوا أية مقاومة . وفى نفس العام قدم بوهر نظريته عن نواة الذرة ، وبين فيها أن لها العديد مع خواص قطرات السوائل . وفى ذات الموقف فى برلين ، وفى معهد القيصر ، ويلهلم ، نفس المعهد الذى كان أينشتاين مرتبطا به ، قام الكيميائيون : أوتو هان Otto Hahn وفريتز شتراسمان Fritz Strassmann والنمساوية ليز مايتنر Lise Meitner جميعا على إعادة تجارب فيرمي فى قذف نواة اليورانيوم بالنيوترون ، والتأكد من كونه قد توصل الى عنصر جديد .

وفى مارس من عام ١٩٣٨ كانت أوروبا ترتجف بينما النازى يستولى على النمسا تحت التهديد الممسكرى . وبلا حلقة واحدة ، وأصبحت ليز مايتنر فى خطر داهم ، لكونها يهودية . لم يكن يرجعها من القوانين المصارمة إلا كونها أجنبية . والآن ، وبعد أن أصبحت يالدها جزءا من ألمانيا لم تعد كذلك ، ومن ثم تمين عليها للقيصر ، وبمعمونة بوهر أوجد لها مأوى فى معهد نوبل بالسويد ، وهناك أصبحت فى مأمن .

وفى سبتمبر ١٩٣٨ وقعت اتفاقية ميونخ ، محاولة عبثية تافهة لاقرار السلام ، وفى محاولة لتفادى الحرب مع هتلر بأى ثمن ، وربما لدفعه لمحاربة روسيا . خانت الديمقراطية المرتبكة تشيكوسلوفاكيا وسلمتها عمليا

للكشاكاتوريين - وعلا صوت تشرشل في انجلترا محترضا -  
ولكن لم تكن له أية سلطة .

وفي نفس الشهر قام موسيليني مقلدا هتلر بفرض  
قوانين معادية للسامية ، ولم تكن في بلاده حتى الآن أية  
تصريحات لاهامية . أما فيرمي المذنب لخطورة الشمولية فقد  
بدأ يخطط للهرب في هدوم ، حيث كانت زوجته يهودية .

وفي نوفمبر عام ١٩٣٨ - وفي أعقاب أسبوع من العنف  
والرعب المنظم ، بدأ النازيون حريهم ضد اليهود ، وفي  
ديسمبر سافر فيرمي مع عائلته لاستلام جائزة نوبل في  
السويد ، ومنه سافر إلى الولايات المتحدة حيث ينتظره منصب  
الأستاذية في جامعة كولومبيا - وقبل عام من بداية الحرب  
الثانية بدأت أسرار القنبلة تتكشف - وقبل كريسماس عام  
١٩٣٨ بقليل أتم كل من هان وشتواسمان بحثا فنيا بينها  
فيه أن قذف نواة اليورانيوم بالنيوترونات البطيئة نسبيا  
ينتج نواة من الباريوم تبلغ كتلتها نصف نواة اليورانيوم ،  
لقد انشطرت نواة اليورانيوم بالفعل !! وهو ما كان مستحيلا  
فيزيا . وأرسل هان المشدود التفاصيل إلى ليز التي ناقشت  
المسألة مع ابن أختها أوتو فريش Otto Frisch المهاجر أيضا  
هربا من النازي ، وباستخدام فكرة بوهر عن خواص النواة  
كقطرات سائل أمكنهما حل المسألة في بضعة أيام ، فبسبب  
قوة التناقض العنيفة داخل النواة يمكن أن تكون على شفا عدم  
الاتزان ، فما أن تقذف بنيوترون واحد حتى تنشط إلى  
قطرتين ، أو نواتين أصغر . ولكن انتظر ، بسبب التناظر  
بينهما سوف يتبادلان همتف ، فمن أين تأتي هذه الطاقة  
العنيفة ؟ من معادلة آينشتاين  $E=mc^2$  ، ولقد أصبحت

الصورة واضحة ، فكتلة النواتين المتخلفتين عن الانشطار أقل من كتلة النواة الأصلية ، والفرق هو مخزن الطاقة المحررة . ولم يكن من المتصور أن تطلق عملية الانشطار هذا الكم من الطاقة .

وبدأت الأحداث تتحرك بسرعة ، ففى كوبنهاجن تمكن فريش من إجراء التجربة الحاسمة بنجاح ، وأكد وجود تلك الدفقات المتوقعة من الطاقة ، ولكنه سارع قبلها بإخبار بوهر عن الفكرة ، وقد كان يستعد للسفر لأمريكا للعمل بمعهد الدراسات المتقدمة ، فنقلها الى هناك ، وفى يناير ١٩٣٩ كان انشطار اليورانيوم مؤكدا ، وكان فيرمي من أوائل من أدركوا أنه يحتمل أن يكون من بين بقايا الانشطار المزيد من جسيمات النيوترون ، وإذا ما كان الأمر كذلك ، فإن هذه الجسيمات يمكن أن تؤدي الى المزيد من الانشطار ، وأن تتحول العملية الى ما يسمى الانشطار المتسلسل ، منتجا كمبا هائلا من الطاقة .

وبنهاية مارس ١٩٣٩ ، وبينما تشيكوسلوفاكيا تحت وطأة الاحتلال وبولندا مهددة ، قرر الفرنسيون والبريطانيون الوقوف بحزم ، وأعلنوا أنه اذا ما تعرضت بولندا للهجوم على أيدي الألمان فانهم سيهبون لمساعدتها ، وهو حزم جاء متأخرا لم يمنع وقوع الكارثة . وفى نفس الوقت تقدم زيلارد وزملاؤه فى جامعة كولومبيا خطوة للامام فى طريق القنبلة الذرية بتأكيدهم تولد النيوترونات بالفعل خلال الانشطار النووى .

حتى الآن لا يمكن لأحد القول بإمكان تحقيق القنبلة الذرية ، كانت الاحتمالات فى غير صالحها . ولكن القلق كان



سائدا بين العلماء الأجانب في الولايات المتحدة والكثير منهم من أتقارين من النظم الشمولية ، فهم خير من يعلمون مصير البشرية لو كسبت هذه الدكاتيريات سباق صناعة القنبيلة . وعلى الرغم من أن الأمر كان لا يقل خطورة اذا ما فازت الديمقراطية في السباق ، فانه كان لابد من المجازفة . ففى أبريل حاول قيرمى أن يثير اهتمام البحرية الأمريكية ، ولكنه حصل على شيء قريب من عدم الاهتمام المهذب .

ويتصاعد هذه المشاعر من الخشية ، لجأ زيلارد الى طلب الدعم من صديقه المجرى المولد يوجين ويجنر Eugene Wigner وذهبا مما فى منتصف يوليو لمقابلة أينشتين الذى كان يقضى اجازة فى لونج آيلاند فى منطقة ناسو المنعزلة قرب نيويورك مستمتعا برياضة الزوارق ، ولا يبدو أنه كان على علم بالتفاعل المتسلسل واحتمالاته الرهيبة . وقد يبدو غريبا أن نتوقف وسط هذه الأحداث الدرامية ونقول ان أينشتين كان يستمتع بلعب الكمان ، ولكن هذا الاستمتاع بالموسيقى كان تفاعلا متسلسلا فى حد ذاته ، ذلك أنه قد وطد الصداقة بينه وبين الملكة إليزابيث ملكة بلجيكا ، ثم الآن مع الملكة الأم . منذ الذى كان يمكنه توقع ما تتمخض عنه تلك الجلسات الموسيقية فى القصر الملكى ؟ وأنه سيكون لها يوما ما علاقة بالكوتنجو البلجيكى ، المصدر الرئيسى لليورانيوم الخام فى العالم ؟ عندما جاء زيلاند ورفيقه لمقابلة أينشتين كان مقصدهم الأساسى حثه على استخدام نفوذه لدى الملكة الأم لضمان عدم وقوع اليورانيوم بين أيدي النازى ، ولكن الأحداث اتخذت متحى آخر بسرعة ، بسبب جهد زيلارد الذى لا يكل ، واتصاله بأحد الاقتصاديين من ذوي النفوذ ، الكسندر ساكس Alexander Sachs والذى اقترح اقتراحا أكثر

طموحا ، وهو الكتابة للرئيس روزفلت شخصيا . وتم اعداد كتاب وقع عليه أينشتاين أخذ شهرة بعد ذلك ، مؤرخ التاريخ من أغسطس عام ١٩٣٩م ويعلق بريد مقطوعة ناسلو المسألة ، جاء فيه :

« تفيد بعض أعمال فيرمي وزيلارد التي تسفمت نسخة منها أمكان تحويل اليورانيوم الى مصدر هام للطاقة ، وذلك في المستقبل القريب جدا . بعض جواتب الموقف تدعو للترقب ، وعند الحاجة للعمل السريع من جهة حكومتكم . لهذا فانتى أعتقد أنه من واجبى أن الفت نظركم لما يلى : من المتصور انتاج قنابل قوية بشكل خارق ومن طراز جديد ، لو انفجرت فى ميناء أمكن أن تفجرها تماما هى وبعض المناطق المجاورة . ولقد علمت أن ألمانيا قد أوقفت بيع اليورانيوم من مناجم تشيكوسلوفاكيا التى استولت عليها ، وان قيامها بهذه الخطوة مبكرا يجب أن يفهم فى ضوء ما يحدث فى معهد القيصر ويلهلم ، حيث تجرى بعض التجارب على اليورانيوم شبيهة بما يجرى فى الولايات المتحدة » .

ولم يكن من المتوقع أن يوقع أينشتاين على خطاب كهذا لولا أنه طور من ميوله السلمية ، ليعتبر مواجهة الشيطان أكثر أهمية من نبد الحرب . وكان من المتوقع أن يكون لهذا الخطاب تأثير هائل ، ولكن هذا الأمر قد تم التعميم عليه .

كانت ألمانيا النازية وروسيا الشيوعية تتبادلان حملات الكراهية ، وفى أواخر أغسطس من عام ١٩٣٩م وقعت الدولتان اللودتان معاهدة عدم اعتماد ، وفى سبتمبر هاجمت ألمانيا بولندا وبدأت وقائع الحرب العالمية الثانية عمليا بعد أن ظلت سحبتها مخيمة لزمن طويل .

لم تكن رسالة الثايف من أغسطس قد بلغت روزفلت بعد ، فلم يتسلمها الا في الحادى عشر من أكتوبر ، أخذ بعد ثلاثة أسابيع من استيلاء النازى على بولندا - حقيقة تشكل روزفلت على الفور لجنة استشارية حول اليورانيوم ، كانت بدايتها مشجعة ، ولكن مع حلول مارس ١٩٣٩م لم تكن اللجنة قد حققت شيئا يذكر ، الأمر الذى دفع الى كتابة خطاب ثانى أكثر الحاحا بلغ روزفلت بسرعة بمعاونة ساخس . وفى أبريل دعى أينشتين لحضور اجتماع موسع للجنة ، ولكنه كتب معتذرا ومنبها لحرج الموقف .

وفى مايو اكتشف النازى كلا من هولندا وبلجيكا ، وفى ٢٢ يونيو استسلمت فرنسا . وفى المعركة الجوية مع بريطانيا مال الميزان بشكل طفيف فى صالح الأخيرة ، مما أوقف التوسع النازى . بعد ذلك اتجهت ألمانيا شرقا ، وفى ٢٢ من يونيو هاجمت روسيا رغم المعاهدة الموقعة بينهما . وظل موضوع اليورانيوم متعثرا .

نعود الى فبراير ١٩٣٩م ، أثناء عمل بوهر مع الفيزيائى جون هويلر John Wheeler فى برنستون ، تنبأ بأنه ليس كل صور اليورانيوم قابلة لانتاج التفاعل المتسلسل ، ولكن نوع نادر منه . وقد تأكدت بعد ذلك ، ولكنها كانت وقتها محل شك . وكانت النبوءة تعنى شيئين : أنه يمكن بالفعل صناعة قنبلة من هذا النوع ، وأن ذلك يتطلب مجعدا صناعيا هائلا لاستخراج هذا النوع من اليورانيوم .

وفى انجلترا فى بدايات ١٩٤٠م ، قام كل من فريش اين آخت مايتير الذى سبق ذكره مع رودلف بيرلس Rodelph Peierls بلفت نظر البريطانيين للموقف ، وبينت الأبحاث أن الكمية

المطلوبة. لانتاج القنبلة جسد ضئيلة ، وغير ذلك من موقف  
البريطانيين المتشكك . وأدى ذلك الى تأخير ملحوظ على قرار  
الحكومة الأمريكية ، وعلى ذلك فانه من المتوقع أنه حتى ولو لم  
يكن أينشتاين قد كتب خطابه ، لكنت القنبلة قد تم صنعها  
فى الزمن الذى تمت فيه . ذلك أن قرار صنعها صدر فى  
٦ ديسمبر من عام ١٩٤١ م .

وفى الصباح الباكر من اليوم التالى فى الشرق الأقصى ،  
قام ألياباشيون بمهاجمة يوزل هاربور .

وبقية قصة الحرب شائعة لا تحتاج لإعادة ، وبينما  
الجيش تتقاتل ، والملايين من النساء والشيوخ والأطفال  
يقتلون ، والآلاف من يهود وغير يهود يمدبون ويمدمن فى  
معسكرات الاعتقال ، كأن الخوف يائدا لدى العلماء المهاجرين  
خشية احتكار النازيين للقنبلة ، فأتحدت كافة الجهود لكى  
تكسب الولايات المتحدة السباق . وفى الثانى من ديسمبر  
عام ١٩٤٢ م تمكن فرمى فى شيكاغو من تحقيق أول تفاعل  
متسلسل مستقر ، أول تيران ذرية يصنعها البشر . وفى عام  
١٩٤٣ م تحتم على بوهر الفرار من الدانيمارك بعد صدور  
قرار باعتقاله وترحيله الى ألمانيا ، وهو نفس مصير أينشتاين  
لو ظل هناك ، وبعد رحلة مغامرات تمكن من الوصول الى  
انجلترا ، ومنها توجه الى الولايات المتحدة ، وأمضى وقتا  
طويلا فى لوس ألاموس ، حيث كان ج. روبرت أوبنهايمر  
J. Robert Oppenheimer على رأس فريق عمل يتولى العملية  
المقدمة لصناعة القنبلة .

كان بوهر من أوائل من كان لهم بعد نظر حول النتائج  
المروعة لصناعة القنبلة ، وفى عام ١٩٤٤ م تحدث مع روزفلت

وتشرشل عن المشاكل السياسية المحتملة لها ، لكن نتيجة ذلك لم تكن حسنة بالمرة ، فخلال فترة ما ظن تشرشل مخطئا أن بوهر يمرر بعض المعلومات للزويس ، ولذلك تحدث جديا في أمر القبض عليه . وكان زيلارد هو الآخر قد تنبه للمخاطر على الجنس البشرى من جراء ذلك ، ولأنه لم يكن بثقل بوهر فقد أمر بذلك لاينشتين ، وفي مارس من عام ١٩٤٥م كتب الأخير للرئيس روزفلت خطابا يقدم فيه زيلارد له ، ومسلحا يمثل هذا الخطاب كائن بإمكان زيلارد أن يقدم مذكرة مفصلة للرئيس .

وكان هذا بالفعل ، ولكن لم يقدمه ، فقد توفي روزفلت في ١٢ أبريل ، ولو امتد به العمر أياما قلائل لشهد انتحار هتلر الذى تحول حلمه حول حكم العالم الى ذرات من رماد .

وبعد انهيار المانيا اتضح أن النازيين لم يحققوا شيئا يذكر فى صناعة القنبلة الذرية ، ولكن الخطط فى الولايات المتحدة كانت قد حققت تقدما هائلا لا يمكن أن توقفه مثل هذه الأنباء ، وتم اختبار القنبلة فى ١٦ يوليو عام ١٩٤٥م فى منطقة منعزلة من نيومكسيكو ، حيث خلفت أول السحب من الدخان التى تشبه عش الغراب ، والتى ألقت بظلالها الكثيية على مستقبل البشرية .

تكلما فيما سبق عن خطابات آينشتين بخصوص امكانية تصنيع القنبلة ، وخلال الحرب عمل كمستشار للبحرية الأمريكية ، كذلك فى نوفمبر عام ١٩٤٣م ، عندما طلب منه أن يماون فى حملة للتبرع للدعم الحربى باهداء مخطوطتين من بحثين له وافق على الفور . احدى المخطوطتين كانت بحثه

الشهير من النعمية والمكتوبة في يرون عام ١٩٥٥ م ، لكن في تلك الأيام البعيدة لم يكن الرجل مهتما بالاحتفاظ بمسودات أعماله ، لذلك قدم أفضل ما يمكنه عمله ، فقد أعاد كتابة المقال بخط يده ، بعدما ألقاه عليه سكرتيرة من النسخة المطبوعة ، وكان الموقف طريفا ، السكرتيرة تملأ وأينشتين يكتب • وفي لحظة ما توقف ونظر بدهشة قائلا : « هل قلت أنا ذلك ؟ » وعندما أكدت له أن هذا حق رد ببساطة : « كان بإمكانى أن أقوله بشكل أبسط » • ولا نعلم للأسف عن أى جزم كان يتحدث • وعندما عرضت السورقة المكتوبة للمزاد فى ٣ فبراير عام ١٩٤٤م بمدينة كانساس جلبت حوالى ٦ ملايين دولار للمجهود الحربى • أما السورقة الثانية فقد جلبت ٥٥ مليون دولار • وتستقر السورقتان الآن فى مكتبة الكونجرس • أما مخطوطته للتسبيح المسماة فهى محفوظة فى مكتبة الجامعة المبرية بالقدس •

ولكننا نفعل مالا يمكن اغفاله ، لقد ألقيت القنبلة بالفعل على هيروشىما فى ٦ أغسطس عام ١٩٤٥ م •

وقد استمعت السكرتيرة للأنباء فى الاذاعة ، وعندما نزل أينشتين لتناول الشاي بعد الظهر أخبرته بذلك ، فصرخ من أعماقه « آواه ! » •

## الفصل العاشر عشر

### استعراض أرواح

نرجع من الحرب الثانية الى الحرب الأولى . ففى عام ١٩١٧م وفيما قبل بعثة الكسوف ، طبق آينشتين نظريته النسبية العامة على الكون ككل . ولم يطبقها فى الواقع على الكون ككل بما فيه من خفايا وتفاسيل ، ولا على ما للبشر فيه من أحلام وأحباطات ، ولا على ما فيه من مروج وقفار ، ولا على الأرض أو الشمس اللتين تمثلان أهم اهتماماتنا أو ما فى السماء من نجوم ، بل على نموذج بسيط مجرد من كل ما سبق .

ومنذ البداية كان قصد آينشتين أن يمد نطاق نظريته على الكون ، ولكنه فى البداية طبقها على النظام الشمسى . وعندما حاول تطبيقها على الفضاء اللانهائى واجه مشاكل غير متوقعة . ورغم حلوله فلم يتمكن من تطبيقها على المساحات اللانهائية ، حقيقة كان يمكن أن يوسع صياغة رياضية ، ولكنه كفى يلقى فقد كان الاكتفاء بالنموذج الرياضية نوعا من الإفلاس . وكان تجنبه لذلك أمرا ليس سهلا المبال . وعندما قام بتمثيلها عام ١٩١٧م فى بحثه الذى افتتح به موضوع «علم الكون النسبى» ، تحدث عن «طريق

وعر شديد الالتواء » ، يتعين عليه أن يسلكه للوصول الى  
حل حاسم .

ولكى يؤهل مستمعيه ، فقد بدأ بمناقشة الصعوبات  
المعروفة في نظرية نيوتن عندما يعتبر المرء أن النجوم موزعة  
بشكل متجانس تقريبا في الفضاء اللانهائي . ويمكن للانسان  
أن يتفادى هذه المصاعب بأن يتخيل أن هذه النجوم تشكل  
نوعا من الجزر المنتشرة في الفضاء اللامتناهي ، تزداد تشتتا  
كلما توغلنا في الفضاء السحيق مبتعدين عن الكوكبة  
المركزية . ولكن هذا الحل « الجزري » لم يرق لآينشتين ،  
وقد سجل عليه حرجا بسيطة ولكنها نفاذة - فعلى سبيل المثال :  
لو نظر للنجوم على مستوى هائل باعتبارها ذرات من غاز ، فلن  
يكون لها طبقا لنظرية الغازات أى وجود ، إذ لن يمكن لها  
أن تحتفظ بالمادة . ومن جهة أخرى فلن احتفظت بها  
فستكون عرضة لعملية مشابهة لعملية البخر ، فتتلاشى في  
الفضاء الرحب .

وكانت هذه الحجج أكثر من جدل في نطاق نيوتوني ،  
فقد طبقها وغيرها بمفهوم من النسبية العامة من خلال اقتحامه  
لمشكلة الكونية النسبية على نطاق واسع . ولا داعي للخوض  
في التفاصيل ، فقد تبع آينشتين « ماخ » في القول بأن الجسم  
يكتسب القصور الذاتى فقط بسبب وجود المواد الأخرى في  
الكون . وقد تحدث عن ذلك باعتباره قصورا نسبيا . وكان  
مدخله للموضوع مبتدئا أساسا على ذلك ، وعلى حقيقة مبنية  
على المشاهدة ، وهى أن السرعة النسبية بين النجوم من الصفر  
بحيث يمكن اعتبار الكون ساكنا بصفة أساسية . وهو  
ما حدد مع إمكاناته ، وبعد صراع مرير وجد آينشتين نفسه



مجبورا على التوصل الى أن المسافات اللانهائية تسبب مشاكل  
لا حصر لها • فما العمل ؟

ببساطة • استبعد أينشتين المسافات اللانهائية •

ولكن الواقع لم يكن بهذه البساطة ، كان علاجنا يائسا .  
حلا آخريا بعد أن فشلت كل الجلول الأخرى • وكان عليه  
أجراء تعديل في معادلات المجال التجاذبي لتحقيق هدفه .  
مضجيا بجمال التناسق بين تلك المعادلات • وكان التعديل  
على هيئة معامل أدخله يسمى حرف « لامدا » الاغريقى •

حسننا ، ولكن كيف تخلص أينشتين من المسافات  
اللانهائية ؟ هنا وفر له متخصصو الهندسة الوسائل اللازمة •  
وفى نموذجة الجديد للكون تصور أن الفراغ فيه بأبعاد  
الثلاثة كامتداد لا نهائى بلا حدود • ويمكن أن نرى جوهره  
لو تصورنا فراغا ذا بعدين لا ثلاثة • ولتبدأ باعتبار سطح  
مستو ممتدا بلا نهاية ، وللتخلص من هذه اللانهائية يمكننا  
تحديد دائرة تضم منطقة من هذا السطح ، واعتبار ما عداها  
خارج حدودنا • ويمكننا أن نقصمها ، تاركيين حواف فى  
السطح الأصى • على النقيض من ذلك ، فلنأخذ سطح الكرة ،  
وهو محدود ولا يمتد بأبعاد لا نهائية ، ولكن ليس له حواف  
على سطحها ولا مناطق خارج الحدود • وبالفعل فكل المناطق  
عليه متماثلة ولا علاقة لها بالمركز •

لا علاقة لها بالمركز ؟ بالتأكيد هذا غير صحيح بالمرة •

ولكن الأمر ليس كذلك ، بالفعل للكرة مركز ، ولكنه  
ليس على السطح ، لا تنس أننا بفرض القدرة على التصور

نفكر في المسألة بمدلول يمددين فقط وليس ثلاثة ، ونمضي بهذا لتصور ليس الفراغ فقط ، بل والنجوم وأنفسنا على أننا نشغل مسطحا ذا يمددين على سطح تلك الكرة . السطح هو كل الفراغ الموجود ، أما ما خارجه أو داخله فعملينا أن نعتبره غير موجود . وهو أمر ليس بالهين بالمرة .

ورقم ذلك لنفترض أننا فعلناه . وعطيه فقد نجحنا في تصور فراغ ثنائي الأبعاد ، وهو سطح الكرة ، ذي أبعاد محدودة وليس له حدود ولا مركز ولا مناطق سفارج الحدود . وعطينا ألا نرهق أنفسنا بالخطوة التالية وهي القفز للأبعاد الثلاثة ، فمثل علماء الهندسة البعثة ، تعامل أينشتين مع المشكلة بالنسجة الرياضية الصرفة . فقد استخدم فراغا كونيا ثلاثي الأبعاد بلا مركز أو حدود وإن كان محدد الأبعاد ، وأضاف إليه بعدا رابعا غير متعن وبأبعاد محددة ، هو الزمن .

وهكذا بين طريق الفاع المسافات المتضائية اللانهائية تمكن أينشتين بيراعة أن يحل مشاكله الكونية الملحة ، ولكنه خلال ذلك أدخل مشاكل جديدة ، فقد بسط من كونه إذ نظر إليه ككل ليكون مؤسسا على مسكون مطلق ، وزمن مطلق ، وتزامنية مطلقة . ذلك لأنه بناء على تقرييب بمقتضاه تكون النجوم في حالة ثبات فيما بينها ، ويمكنها بالتالي أن تلعب الدور المنبوء سابقا كإطار مرجعي كوني في حالة مسكون ، وأن التزامن في هذا المرجع يكون مطلقا .

إنها لمفاجأة بلا شك ، أن نجد أينشتين بالذات يعود للحديث عن الثبات المطلق والزمن المطلق بهذا الشكل ، فهو لحل مشاكله الكونية بدأ وكأنه قد ضرب صفحا عن هيكله

السابق تماما . ولكنه كان واعيا لما يفعل ، فلم يكن الأمر  
أخطر من انتقاله السابق من النظرية النسبية الخاصة الى  
العامة حينما تخلى عن ثبات سرعة الضوء . وفي التطبيقات  
غير الكونية ظلت أعماله السابقة راسخة تماما ، أما فيما  
يتعلق بالتعامل مع الكون ككل ، فالثمن هو أن يتعامل مع  
ثبات وزمن مطلقين .

ولكن لماذا يتمين عليه ذلك ؟ لأن لدينا كونا واحدا .  
والقواعد حينما تطبق على حالة فردية تكون حالة خاصة ،  
وبما يعطيها صفة العمومية هو أن تطبق على مواقف متعددة .  
ونحن حين نتجراً ونتحدث عن الكون ككل ، فإين يمكننا ان  
نجد صوراً متعددة من الزمكان ؟

ليس في النجوم ، ولكن في أنفسنا نحن . لقد اتضح  
أن هناك العديد من النماذج الكونية ، تفي بأغراض التذوق  
الجمالي . ولم يكن آينشتين يدري ذلك ، ولا يدري أيضا  
كيف أن النجوم ضللت كما فعلت مع الكثيرين غيره . فما كان  
يمتبره حقيقة مبنية على المشاهدات ثبت أنها ليست الا  
خداعا . وليس لنا أن نقلل من شأن بحث عام ١٩١٧م ، حيث  
أنه سيتضح لنا أنه كان ممبيا . فقط كان خطوة جسارة  
بلا شك ، إذ فتح آفاقا لطريق جديد أثمر الكثير من الآراء ،  
لعله من المفيد أن نبين أطرها العامة هنا .

لم يكد آينشتين يتخذ خطواته الرائدة عام ١٩١٧م حتى  
قام « دي سيجر de Sitter » في هولندا المحايدة باكتشاف  
حل آخر لمعادلات آينشتين الكونية ، وقد كان الأمر  
محرجا ، فقد تبين أن تلك المعادلات لا تؤدي الى نموذج فريد  
للكون . والأكثر من ذلك ، فعلى عكس آينشتين ، كان كون

دى سيجر فارغا • وكان بذلك مناقضا لرأى آينشتين وماخ  
بأن المادة والزمكان مترابطان ، بحيث لا يمكن أن يوجد  
أحدهما دون الآخر •

كان لكون دى سيجر خصائص معينة - فرغم أنه كان  
فارغا ، فإنه كان ممتددا وبسرعات متزايدة ، وهو ما كان  
يعارض الدلائل الفضائية السائدة آنذاك •

وحدث تقدم هام عام ١٩٢٢م ثم بعد ذلك عام ١٩٢٤م،  
حينما وجد عالم الرياضيات الروسى الكسندر فريدمان  
Alexander Friedmann حولا أخرى لمعادلات آينشتين الكونية ،  
وعلى عكس كون دى سيجر ، لم تكن فارغة ، وعلى عكس كون  
آينشتين ، لم تكن ثابتة • فقد اكتشف فريدمان إمكانية  
النسبية للأكون ، بعضها ممتدد والبعض الآخر منكبش  
والبعض يتحول من التمدد للانكماش • والأكثر من ذلك ،  
فرغم أنها يمكن أن تشغل فراغا محدودا ، يمكن أيضا أن  
تكون غير محدودة فضائيا • والفراغ فيها أما مسطح أو  
متعن بشكل منتظم • كان فتحا مفاجئا ، ولكن لم يكن له على  
الرغم من ذلك تأثير فوري ، وحتى آينشتين نفسه لم يفهمه  
فكان انطباعه الأولي عنه سلبيا •

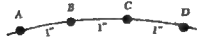
ولكن قبل ذلك بقليل كان علماء الفلك فى محالولتهم  
الاقتناع بصورة جديدة للكون ، قد أدركوا منذ وقت طويل  
بأن نظامنا الشمسى هو بقعة ميكروسكوبية من التجمع الهائل  
المسمى بمجرة «درب التبانة» ، أو درب اللبانة «milky way»  
أطلق على المجرة كلمة Galaxy مشتقة من كلمة اغريقية تعنى  
اللبن ، حيث كانت مجرتنا واضحة للعيان بصورة باهتة

أشبهه بلبن مسكوب . وكانت القياسات القاطعة قد أجريت عن طريق عالم الفلك الأمريكي الشهير ادوين هابل Edwin Hubble ، وقد أوضحت بجلال وجود حشود من آلاف المجرات تضم بلايين النجوم ، موزعة بشكل منتظم الى حد ما في الفضاء . وكان اعتراض أينشتين على توزيع منتظم للمادة عبر الفضاء الكوني ، لا يزال مقبولا عند الحديث على مستوى المجرات بدلا من النجوم .

ولكن افتراضه يكون ثابت كان غير مقبول . كان علماء الفلك ، وهابل بالتحديد ، يدركون بمعاونة تليسكوب ذي قطر ١٠٠ بوصة على قمة جبل مونت ويلسون بكاليفورنيا حركات ومسافات المجرات . وفي ١٩٩٢م نشر هابل أدلة قوية ليست فقط عن تباعد المجرات البعيدة ، بل عن انتظام سرعات هذا التباعد ، فكلما زادت المسافة عنا ، زادت سرعة التباعد ، والنسبة بين القيمتين : البعد وسرعة التباعد ثابتة يطلق عليها « ثابت هابل » . وفي معظم المسافات التي تمت دراستها كانت السرعات عالية - وصلت الى ٧٠٠٠ ميل/ ثانية ، ومع الأخذ في الاعتبار ضخامة حجم المجرات ، فإن هذه السرعات صارخة ، ومع ذلك فهناك دلائل على سرعات أعلى للمجرات الأكثر بعدا .

ولو كان أينشتين على علم بهذه الحقائق عام ١٩١٧م لكان من الممكن أن يفكر في نموذج متمدد للكون وليس مساكنا . وأن ينظر للفراغ باعتباره ثلاثي الأبعاد على هيئة كرة أخذة في الانتفاخ وليس سطحاً كروياً . ذلك لأنه لو تصورنا أن المجرات كنقاط غير متمدة على سطح متمدد بانتظام ، فإن فكرتنا عن التمدد المنتظم ستتمثل في أن النقاط تتباعد بنفس

الدرجة عن بعضها البعض . ولكننا سرعان ما نكتشف بأن هذا ليس هو الحال ، ولنأخذ الشكل التالي :



ولنتصور أن القوس قد تمدد بحيث يزداد بعد كل نقطة عن المجاورة بمقدار بوصة ، على الوجه التالي :



فراغم أن المسافة AB قد زادت بمقدار بوصة واحدة ، فإن المسافة AC قد زادت بمقدار ثلاث بوصات ، وبذلك فإن سرعة التباعد هنا تزداد بزيادة البعد ، كما أكدت مشاهدات هابل بالضبط .

ولكن في عام ١٩١٧م كان العلماء يمتقدون بأن النجوم ليس لها سوى حركات نسبية صغيرة ، وهو ما ضلل أينشتاين . ومع ذلك ، فلم يكن هو من ربط بين الشواهد الجديدة عن التباعد بين المجرات والأكوان التي وصفها فريدمان كنتيجة من معادلات أينشتاين ، بل ولم يكن فريدمان نفسه . ففي عام ١٩٢٧م اقترح البلجيكي آبي جورج لاميتير Abbe Georges Lemaitre ، ولم يكن على علم بأعمال فريدمان ، وبناء على

معادلات آينشتاين كونا مبتدئا كما تصور آينشتاين ، يتمدد  
كما تصور فريدمان ، يؤول بعد زمن لا نهائى الى كون كمسا  
تصور دى سيجر - هذا العمل كان من الممكن أن يمر دون أن  
يلحظه أحد ، حيث نشر فى مجلة مغمورة ، لولا أن ايدنجتون  
اهتم به بشدة ، ونشره بعد ترجمته فى إحدى المجلات  
البريطانية البارزة المتخصصة فى الفلك - وقد نشرته عام  
١٩٣١م - والآن استقرت نظرية الكون المتعدد وحظيت  
أعمال فريدمان أخيرا بما تستحقه من تقدير .

لكم كان من المفيد أن تحتوى معادلات آينشتاين على تصور  
كون متعدد ، ولكن المشاكل كانت كبيرة - وقد بين فريدمان  
أن المعادلات تسمح بعدد كبير من التصورات الكونية ، وفى  
الواقع فقد حول لاميتز تفضيله الى كون يبدأ بانفجار من  
نوية غاية فى الضالة والتركيز بصورة يصعب تصورها ،  
واسماها « النوية الأولية » ؛ ولكن حلم آينشتاين فى التناسق  
كان قد انهار ، ولم يكن سعيدا البتة وهو يرى كل هذه  
الحلول - وقد كان منذ البداية تقريبا - وشاركه فى ذلك  
دى سيجر ، يرى أن المعامل « لامدا » الذى أدخله يمثل شائبة  
فى التناسق الجمالى الذى كان يتشده - وكم حاول الكثير  
للتخلص منه ! - وكان قد لمح الى ذلك فى بحثه عام ١٩١٧م  
بقوله :

« وللتوصل الى هذه الفكرة المتكاملة كان علينا طواغية  
أن ندخل امتدادا لمعادلات المجال التجاذبى لا تفره معارفنا  
الفعلية عن الجاذبية ، ومع ذلك يعمين التأكيد على أن الانحناء  
الايجابى للفراغ هو أمر تؤكد نتائجا حتى ولو لم يكن  
المعامل « لامدا » قد أدخل - ويصبح هذا المعامل ضروريا

فقط لجعل التوزيع شبه الثابت للمادة أمراً ممكناً ، كما تتطلبه حقيقة السرعة الصغيرة للنجوم . »

وحينما ثبت خطأ هذه « الحقيقة » ، فقد المامل «لامدا» سبب وجوده ، وبالتخلص منه استعادت معادلاته جمالها ، وتقلص عدد الحلول الممكنة لأكون فريدمان الى ثلاثة فقط ، واحداها فقط تمثل كوناً مغلقاً وبالتالي محدوداً ، وهو الكون الذي تعامل معه أينشتاين في ١٩٣١م باعتباره النموذج الناضج لفكرته الوليدة عام ١٩١٧م . ويمكن النظر لهذا الكون المسمى بـ « الكون المتذبذب *oscillating universe* » ككون ينشأ من انفجار نوية أولية مركزة تتباعد شظاياها تدريجياً بمعد الانفجار بفعل الجاذبية ، لتعود مقراجمة لتندمج في النوية المركزة مرة أخرى .

ومع غياب المامل «لامدا» يصبح عمر الكون بليوناً من السنين (١٩) ، وهو زمن يتجاوز عمر الانسان على الأرض بكثير ، ولكنه لا يكفي ليفعل عمر الأرض ذاتها ، ولكن لا يمكن أن يكون الكون أقصر من ذلك عمراً .

أما لو احتفظنا بالمامل المذكور ، كما فعل لامبتر ، فإنه يكون بإمكاننا أن نمد عمر الكون المفترض ، كما سيكون أمامنا طريق نسلكه للاعترا ب من التقديرات الفلكية لمتوسط كثافة المادة ، ويجادل بعض من علماء الفلك بناء على ذلك في

---

(١٩) ثبتت هنا الأرقام كما كانت آنذاك . والفرق بين ذلك التقدير والتقدير الحالي (١٧ بليون سنة - المراجع ) له قيمة تاريخية فقط ، ولا يتعارض مع الجدا لأعمال ...



أهمية هذا المعامل ، ولكن أينشتين كان حازما • فمن وجهة نظره كان الجسالم والبساطة المنطقية لهما الاعتبار الأسمى • كان يثق فى معادلاته الفلكية ، ولا يثق فى المشاهدات الفلكية المتعارضة معها ، وبالتالى فقد نظر إليه كمن تخطاه الزمن ، وهذه المرة على يد علماء الفلك الذين اعتقدوا أن احساسه بالجمال بشكله اللاواقعى أبعد كثيرا عن الحقيقة •

وفى عام ، ١٩٤٥م فى الطبعة الثانية من كتابه «معنى النسبية» كتب ملحقا أوجز فيه آراءه عن «علم الكون» ، وكان قد توصل قبل ذلك باثنى عشر عاما مع دى سىتر الى أن مسألة محدودية الكون كانت شيئا يترك تحديده للمشاهدة ، وفى الموجز نفسه ترك ذلك السؤال بلا جواب • ولكنه كان ثابتا على رفضه للمعامل «لامدا» ، ولم يقدم أى مبرر ، بل قال بصراحة :

« يجب أن يزيد عمر الكون بداية على عمر القشرة الأرضية كما بينتها قياسات الاشعاع للمعادن المشعة ، ولما كان هذا التقدير موثوقا فيه ، فان النظريات الكونية التى تتعارض معه تصبح مرفوضة ، وفى هذه الحالة لا أجد حلا معقولا » •

بعدها بثلاث سنوات ، وجزئيا بسبب مشكلة عمر الكون ، اقترحت نظرية مثيرة لم يكن فيها للكون بداية أو نهاية ، ولكن يتحقق له الاستقرار بخلق المادة باستمرار ليماجدل تمدده المستمر بلا نهاية •

ولكن قبل أن يكتب آينشتين ملحقه عام ١٩٤٥ م كآيته  
المشاهدات الفلكية قد اتخذت بالفعل خطوات جادة ، وفى ربيع  
القرن التالى تحدد عمر الكون بمدة بلايين ، وأصبحت هذه  
المشكلة أقل حدة ، وفى السبعينيات مالت المشاهدات لجانب  
أن تكون قيمة المعامل « لامدا » صفرا ، وهو ما يقرب شكل  
الكون كثيرا للصورة الترددية البسيطة التى آثرها آينشتين  
عام ١٩٣١ م ، وينحى الكثيرون من علماء الكون منحى  
آينشتين فى إهمال المعامل « لامدا » ، ولكن هناك الكثيرون  
أيضا ممن يستهجنون ذلك .

ولو كان آينشتين حيا لنظر لهذه التطورات بشغف ،  
لقد كان ثابتا فى رفضه للمعامل « لامدا » فى أناة وصبر ،  
مؤمنا بأن حسه الجمالى سوف يكتب له الغلبة أخيرا ، ولكن  
تحق أيضا فى مثل صيره .

فى عام ١٩١٦ م ، حتى قبل أن يبدأ مفارمته الكونية ،  
كان قد بدأ الاهتمام بأمواج الجاذبية ، وليس من المستغرب  
أن تضمن نظرية النسبية العامة ، وهى نظرية مجال ، وجود  
مثل هذه الموجات . ولكن بحكم طبيعة النظرية كانت تلك  
الموجات هى موجات للفراغ ذاته ، تموجات فى انحناء الفراغ  
تنطلق بسرعة الضوء أو ، بمفهوم الأبعاد الأربعة ، تمرجات  
متجمدة فى الزمكان تلوح لنا كحركة بحكم انتقالنا نحن عبر  
الزمن .

مع المحتمل أن عالم الفيزياء الأمريكى جوزيف ويبر  
Joseph Weber قد استشعر بالفعل هذه الموجات ، ولو  
تأكدت صحة نتائجه فإن عمله يكون انجازا مدهشا . فمن

ضمن أشياء أخرى سيمثل ذلك تأكيداً بصحة النظرية النسبية العامة ، أهم من أهم تأكيد ظهر للآن .  
 وأيا كانت النتائج ، فقد يذكرنا ذلك بماكسويل الذى لم يثبت تنبؤة بالموجات اللاسلكية إلا بعد وفاته .  
 وقد لعبت موجاته دوراً غير متوقع فيما يعرف بالفلك اللاسلكى ، بعد طول اعتماد على المراصد البصرية ، وسوف يعتمد بنا المقام كثيراً لو تحدثنا عن أشياء النجوم (الكوزارات quasars) والنايضات (البلسارات pulsars) والاكتشافات الأخرى التى نتجت عن استخدام الفلك اللاسلكى ، أو كيف أن الدقة فى القياسات بفضلها قد غزت عالم النظرية النسبية العامة .

نحن لا نعلم ما يخبؤه المستقبل لنا ، ولكن اكتشاف البلسارات فى حد ذاته يؤكد التوقع النظرى لانفجار النجوم تحت ثقل جاذبيتها مغلفة وراها النجوم النيوترونية ، والتى تبلغ مثل الشمس كتلة ولكن لا تزيد أقطارها عن عدة أميال . وكذا التنبؤ بانتهاء أقسى يغلف وراها ما يعرف بالثقوب السوداء والتى تبلغ جاذبيتها من الشدة لدرجة حبس الضوء بداخلها (٢٠) . فهل الثقوب السوداء موجودة حقيقة أم أنها من اختلاقات المعادلات النسبية ؟ هذا ما سيكشف عنه الزمق . فالأبحاث على قديم وساق .

هذا على الأقل ما يمكن أن يقال : منذ السبعينيات ، لأكثر من خمسين عاماً من وضع النظرية النسبية العامة ، لقد تعرضت النظرية لاختبارات من كل نوع ، وأنها بعد عقود من سبقها لزمانها تقع الآن فى خضم الأبحاث الكونية .

(٢٠) يمكن الرجوع لكتاب « المبادئ الثلاثة الأخيرة » من إصدارات الألف كتاب الثامن للمزيد عن دورة حياة النجوم - ( المراجع ) .

## الفصل الثانى عشر

الجمعية العامة للأمم المتحدة  
الجمعية العامة للأمم المتحدة

### الموت مصير كل حى

مرة ثانية نتجاوز عن التسلسل الزمنى لنعود لمرحلة سابقة - فبعد وصول آينشتين الى برنستون دخلت حياته مرحلتها الأخيرة ، وسوف نتحدث عما قريب عن أشياء متعلقة بالخريف ، بعضها يحمل بهجة تفتح مراحل الميكرة ، الا أن بعضها الآخر مشوب بالظلال القاتمة التى تأتى مع برد الشتاء .

ولندع كلمات الرجل تهيء الموقف \* نحن الآن فى عام ١٩١٨م المثقل بالحرب ، انحناء الضوء لما يتحقق بعد ، الشهرة العالمية لما تأت بعد ، والرجل سعيد فى عمله ، يوقره أقرانه من العلماء الا أن ما يعبر به عن ابتهاج تشوبه نغمة حزينة ، وهو يتحدث عن بلانك فى عيد ميلاده الستين ، ولكن كلماته تقول كميناً عنه هو ذاته :

\* أشارك شوبنهاور الاعتقاد بأن أحد أقوى الدوافع التى تقود الناس نحو العلوم والفنون هو الهروب من الحياة اليومية بفظاظتها المؤلمة وشبحها المقيت ، ومن متاعب الرغبات دائمة التقلب . تتوق النفس السوية الى الهروب من الحياة الشخصية الى عالم الإدراك والفكر الموضوعى ، وتشبه هذه

الرغبة توق الانسان للهروب من خوضه المدينة الى قمم الجبال ، حيث تتجول العين بحرية خلال الهواء النقي الساكن ، وتتبع بشغف المراثيات التي يبدو أنها خلقت للخلود .

ومع هذا الدافع السلبي يوجد آخر ايجابي « فالانسان يحاول أن يصنع لنفسه وبالطريقة التي تناسبه صورة مبسطة ولماحة للعالم ، ثم يحاول الى حد ما أن يستبدل عالمه هذا بمالم التجربة ، وبذلك يتغلب عليه . هذا ما يفعله الرسام والشاعر والفيلسوف المتأمل ، وكذا عالم الطبيعة ، كل بطريقته الخاصة . وكل يجعل من هذا العالم وتراكيبه محورا لحياته العاطفية ، كيما يجد الأمن والسلام اللذين يفتقدهما في مملكة التجارب الشخصية المتلاطمة ضيقة الأفق » .

ان المهمة الاسمى لعالم الفيزياء هي التوصل لتلك القوانين الأولية الجامعة التي يمكن بها أن يبنى العالم من الاستنتاج المجرد . وليس هناك طريق منطقي لتلك القوانين ، ليس الا العدس المبنى على التفهم المتعاطف يمكن أن يوصل لها . . . . . التوق لتحقيق تناغم كوني هو مصدر ذلك الصبر الذي لا ينضب والمثابرة التي كرس بهما بلانك نفسه . . . . . لأكثر المشاكل عمومية في العلم . ان الحالة الذهنية التي تمكن من القيام بمثل هذه المهمة أشبه بتلك التي يكون عليها العابد أو الماشق ، فالمجهود اليومي لا يأتي من نظام صارم ، بل من القلب مباشرة » .

كتب آينشتين لصديق عام ١٩٢١م : « الاكتشافات في صورها المنظمة هي للشباب ، ومن ثم فهي بالنسبة لي شيء من الماضي » . ورغم ذلك فلم يكن عاطلا خلال السنوات من ١٩١٧م الى ١٩٣١م . ولقد عرفنا دوره في الظهور المدوي

ليكانيكاً الكم ، والعزلة التي نتجت عن المعركة حول تفسيرها .  
 وفي عام ١٩١٨م اقترح «هيرمان وايل Hermann Weyl» عالم  
 الرياضيات الألماني البارز - الذي كان وقتها أستاذاً لمعهد  
 البوليتكنيك بزيورخ - امتداداً للنظرية النسبية العامة  
 بلغت من الذكاء وبساطة الطبيعة ما أهلها حظاً أفضل من  
 حظ سابقتها . ذلك أنه بسبب الانحناء في نموذج الزمكان  
 الذي اقترحه آينشتاين ، وما استتبعه من غياب الخطوط  
 المستقيمة ، فقد لمبت الاتجاهات المباشرة غريبة . ولتفهم  
 تأثير الانحناء على الاتجاهات ، لننظر الى مسطح الأرض  
 المنحني ثنائي الأبعاد ، ولنتصور أن لدينا قارين متباعدين  
 يتحركان من خط الاستواء باتجاه الشمال . من المفترض  
 أنهما يتحركان في خطوط متوازية منذ البداية ، وفي مسارات  
 مستقيمة لا تنحرف يمنة أو يسرة ، ولكننا سوف نجد بالتدريج  
 أنهما يتقاربان ، وبسبب ذلك سوف نرفض أنهما يسيران  
 متوازيين .

فد خطر على بال وايل أنه - لكي نظل في تماثل مع  
 سفينتنا - ليس فقط الاتجاهات ، بل وأيضا الحجوم تتغير  
 أيضا كنتيجة للحرك ، وان يكن بدون تغير في الأشكال ،  
 ومن ثم فقد أدخل مثل هذا التغير كتغير محتمل في الزمكان  
 المنحني (٢١) . وبذلك فقد أدخل تعديلا أساسيا في تركيبته  
 الهندسية . ومن الممكن أن يكون انطباعنا الأول أنه لو أراد  
 رياضي عظيم أن يتلاعب بمثل هذه الأفكار ، فان هذا امتياز  
 له من جقه أن يمارسه كيفما شاء . ولكنه كان يفكر بشكل  
 آخر ، فقد بين أنه بإمكانه يمثل هذه التركيبة الجديدة في

(٢١) موهبة أية علاقة يتقلم فيترجودالد - لوتنز .

الزمكان أن يربط وبطريقة طبيعية ، بين جاذبية آينشتين وبين كهروديناميكا ماكسويل . وهذا يثير اهتمامنا على الفور ، لأن آينشتين عندما تعامل مع الجاذبية كانحناء لم يكن بإمكانه إعطاء الكهرومغناطيسية دورا هندسيا أساسيا مناظرا . ولكن وايل بتغييراته في الأطوال جعل من الكهرومغناطيسية أيضا أحد جوانب الهندسة أو الشريك الهندسي لمنحنى الجاذبية وبهذا توصل الى ما نسميه « نظرية المجال الموحد unified field » .

كانت نظرية وايل ، رياضيا وجماليا ، انجازا كبيرا . لكن آينشتين الفيزيائي بشكل أساسي ، سرعان ما اكتشف وجه الخطأ فيها : وبالتحديد ، فانها تعني أن أطول الأجسام تعتمد على ماضيها . ففي الزمكان ، يمكن أن يعني لفظ الأطوال أطوال الزمن كما يعني أطوال الفراغ . وذرات العناصر تشع ضوءا يعبر تردده عن أطوال ثابتة في الزمن ، يدلل وجود خطوط طيف محددة تماما لكل ذرة عنصر . ولو كانت للذرات أطوال زمنية تعتمد على ماضيها ، لما كان لكل ذرة عنصر مثل هذا الطيف المحدد . ويستتبع ذلك أنه ليس لنا أن نتلاعب بالأطوال بالطريقة التي اقترحها وايل . هكذا كانت حجة آينشتين في مواجهة نظرية وايل ، أستاذ فيزيائي ضليع يمارس دوره ، فيدرك بحسه الفيزيائي القضية المحورية في الموضوع . ولكنها تترك شيئا دفيناً . والتيك مقتطعا من خطايه لوايل ، يبين فيه وجه اعتراضه :

« هل يمكن اتهام الرب العظيم بعدم التناسق في خلقه لو فوت الفرصة التي اكتشفتها أنت لتحقيق التناسق والتناغم في العالم الفيزيائي ؟ لا أعتقد ذلك ، فلو كان الله قد خلق

الكون - فيما نطقتك لمخاطبته بمعاتباً : «مولاي ، لو لم يكن في  
قدرة جلالك أن تمطى معنى موضوعياً للأحجام الثابتة  
للأشياء ، لماذا يا من تتعالى على الفهم احتفظت لها  
بأشكالها ؟ » .

وهنا حقيقة نرى أستاذاً فيزيقياً ضليماً يمارس دوره .  
وعلى مضض سحب وإيل نظريته عن مملكة الجاذبية ،  
مكتفياً بدور لها في النظرية الكمية ، حيث في نطاقها  
ترابطت بشكل طبيعي مع الكهرومغناطيسية . في تلك الفترة  
لم يكن معروفاً سوى قوتين أساسيتين في الطبيعة ، الجاذبية  
والكهرومغناطيسية ، وقد بين وإيل أن التعامل مع أحدها  
على انفراد دون الثانية هو أحد الخصائص الدقيقة للهندسة  
الكونية . وكان البحث جارياً عن نوع جديد من الهندسة  
يمكن أن يستوعب الاثنين بشكل مرض ، وهو ما شغل أينشتاين  
حتى آخر أيامه . وإذا ما تكلمنا عن بعض تلك النظريات  
لتوحيد المجال التي اقترحها هو أو آخرون ، فما ذلك إلا لأنها  
تكتشف عن نسق موحد زعم اختلافها . أما بالنسبة لإويل  
فقد عين أستاذاً في «جوتنجن» ، ولكنه غادر البلاد لثلايات  
المتحدة عند استيلاء النازي على السلطة ، وأصبح زميلاً  
لأينشتاين في برنستون .

وقد وضع أيدينجتون نظرية موحدة مشابهة لنظرية  
إويل ، ولكنها أكثر عمومية - فعلى مستوى كوني ، حينما  
نقوم برحلة بأقصر الطرق ، نجد أنفسنا نتحرك على المسارات  
المستقيمة التي تتيحها انحناءات السطح . هذه الرابطة بين  
أقصر الطرق وبين استقامة المسارات ، احتفظ بها أينشتاين  
في زمكانه المنحني ، هي ما انقطع في نظرية وإيل ، وظلت  
منقطعة في نظرية أيدينجتون التي أعلن عنها عام ١٩٢١م .



وفي نفس العام اتخذ « ت . كالوزا » T. Kaluzna « مسارا  
مختلفا . فبادخال بعد خامس تمكن من اعادة كتابة معادلات  
آينشتين بلا تغيير ، ولكن بخمسة أبعاد بدلا من أربعة ،  
واستوعبت الجاذبية والكهرومغناطيسية دون ضجة .

وفي عام ١٩٢٤م طور آينشتين عمل ايدنجتون ، ولكنه  
سرعان ما أصبح غير راض عما حققه . وفي ١٩٢٥م وضع  
نظرية أخرى تحمس لها ، وكتب في الفقرة التمهيدية :  
« بعد بحث معين خلال العامين الماضيين أعتقد أنني الآن قد  
توصلت للحل الصحيح » وقد استندت نظريته في معظمها  
على المصادفة الرياضية التالية : في إحدى المطابق المصادفة  
لوصف الكهرومغناطيسية تستخدم ست كميات مجالية ، وقد  
حقق الموتر ( التنسور ) المتري  $g_{\mu\nu}$  تناسقا معيناً ، وبالفعل  
هذا التناقص سوف يحتوي تلقائيا على ست عشرة كمية مجالية  
وليس عشرة فقط ، وباستخدام عشرة تراكيب منها للجاذبية  
يتبقى لنا ستة فقط ، وهو بالضبط المطلوب التمثيلي  
الكهرومغناطيسية . وهذه الفكرة لايتشعير جدرة بالتذكر  
في ضوء التطورات اللاحقة .

ننتقل الآن لعام ١٩٢٨م وهو عام وفاة لورنتز ، الذي  
كان يحظى من آينشتين باحترام وتوقير كبيرين . وقد قال في  
رثائه على قبره : « ليس فقط عبقريا ، وإنما « أعظم وأنبأ  
رجال عصرنا » ، وهو الذي شكل جهاته كعمل فني رائع الى  
أدق تفاصيله . » ولما كانت هذه الكلمات صادرة ممن  
لا يجيد تنميق الخطب ، فقد كانت صادرة من القلب . وقد  
كتب بعدها بستوات :

« كل ما مهيمن من هذا العقل الفد كان جميلا ورائعا  
كفهم رفاق - وإذا كنا نحن الشباب قد عرفنا لورنتز كمقبل  
سام يتضاعف اعجابنا به واحترامنا له بشكل فريد ، فإن  
احساسى شخصيا كان أكثر من ذلك ، لقد كان يعنى بالنسبة  
لى شخصيا أكثر من كل من قابلتهم فى حياتى » .

وقد كتب ذلك عام ١٩٥٣ م ، أى بعد ربع قرن من  
وفاته .

وفى نفس العام وكما قدما كان طريق الفرائض لمرض  
الم به ، ولكنه واصل العمل ، فقد كان فيه دواؤه ، بل  
وشياته ذاتها . وكان قد تخلى عن نظريته عن المجال الموحد  
لعام ١٩٢٥ ، برغم حماسه لها فى البداية . وكان منكبا على  
نظرية كالوزا بيمدها الخامس المحير ، والذي لم يكن له نظير  
طبيعى ، وعندئذ استقر لدخول جديد للنظرية ، وكانت  
النظرية الجديدة التى تضمنت ما أسماه « التوازى عن بعد »  
بشكل ما على عكس نظرية وايل . وتذكر أن وايل ، عند  
اختلال التوازى ، قرر أن يخل بالأطوال أيضا . على العكس  
مع ذلك ، عندما وجد أينشتاين الأطوال لا تختل ، قرر فى  
المقابل ادخال تواز لا يختل . وكانت الفكرة أن يفعل ذلك  
دون التخلي عن اتعنام الزمكان . وفى بدايات عام ١٩٢٩ م  
كان قد تمكن مع حل المشاكل الرئيسية التى يتضمنها كتابه  
معادلات المجال للنظرية الجديدة للمجال الموحد . وفى يوم  
النشر الرسمى للمقال الثالث من سلسلة فنية رائعة من تسع  
مقالات عن النظرية ، والتى كانت غير مفهومة الا للمتخصصين ،  
كانت الأخبار المثيرة تلف العالم ، لدرجة أن جريدة من  
نيويورك قد حققت خبطة صحفية بالحصول على المقال بريقيا

من برلين ، لتنشر ترجمته كاملة بما فيها من معادلات ، وفي ذلك المناخ غير العلمي احتفت الصحافة بالنظرية الجديدة باعتبارها تقدما علميا بارزا ، رغم أن آينشتين ذكر في مقاله أنها مازالت مبدئية . وسرعان ما تبين له أن عليه أن يتخلى عنها .

بنهاية عام ١٩٣٠م أرسل هو ومعاونه ماير للنشر نظرية مختلفة تماما . مصممة للحفاظ على جوهر فكرة كالورزا الخماسية الأبعاد ، مع البقاء في حدود أربعة أبعاد فقط . وحتى هذه المحاولة تخلى عنها فيما بعد . وعندما وصل لمعهد الدراسات المتقدمة عام ١٩٣٣م ، كان الاثنان لا يزالان يبحثان عن هيكل هندسي يصلح للاستخدام في التوحيد .

تحدثنا فيما سبق عن نسق بين نظريات المجال الموحد ، فما هو هذا النسق؟ قيم اشتركت هذه النظريات؟ هل علينا أن نتساءل ، ما الذي غاب عنها جميعا ؟ في بحثه الأولى عن النظرية العامة للنسبية كان آينشتين يسير على هدى من مبدأ التماثل الذي وضعه ، وربط فيه بين الجاذبية والمجلة ، فأبى المبادئ المماثلة التي قادت خطواته في بناء نظرية المجال الموحد؟ لم يكن يعلم ذلك ، حتى آينشتين نفسه ، ولذا فلم يكن البحث بحثا بقدر ما كان تخبطا في خياهب الأدغال الرياضية ، بهدى من ضوم خافت من الحس الفيزيائي .

اعتقد آينشتين في معظم سنوات برينستون أنه قد توصل أخيرا للتوحيد الذي طال بحثه عنه ، لكنه وجد بالمزيد من حساباته أن معادلاته لها تداعيات غير مقبولة . ولم يفت ذلك في عضده ، ويمطينا ارنست شترواس الذي زامله في معهد الدراسات المتقدمة هذه الصورة النابضة :

« كانت النظرية الأولى التي نعمل عليها منذ جئت للعمل كمساعد قد سبق له العمل عليها منفردا طيلة العام السابق ، ثم واصلنا العمل عليها سويا لتسعة أشهر تالية ، وفي احدى الليالي وجدت بضعة حلول لمعادلات المجال ، ثم ظهر في اليوم التالي أنها تبين أن النظرية ليست لها دلالات فيزيائية - وظللنا نقلب الأمر طيلة النهار ، ولكن الخلاصة كانت كما هي - وغادرنا مبكرين قبل الموعد بنصف ساعة ، وكنت محبطا بالفعل ، وكنت أتساءل : اذا كان هذا شعور من يعمل بالمعول ازاء انهيار الصرح ، فماذا يكون شعور من صممه ؟ ولكن في الصباح رأيته يدخل متهللا ، قائلا في حماس : « أتعلم ، لقد ظللت طوال الليل أفكر ، وبدأ لي أن الحل هو في ... » ، وكانت بداية جديدة لنظرية استغرقت نصف عام آخر ، ولقيت نفس مصير سابقتها ، وأيضا لم تحظ مثلها بأى حزن عليها - ويحكى شتراوس أيضا عن أنه « حينما تقابله خصيصة مرضية كان غالبا ما يهتف متهللا : « انها مع البساطة بحيث لا يمكن أن تفوت على الرب » » .

ولفترة كان البحث عن نظرية للمجال الموحد موجة ركبها الكثيرون ، مشهورين ومغمورين ، أخرجوا كما هائلا من النظريات الهندسية المتضاربة ، وعندما هدأت الضجة ، واصل هو العمل ، ولكنه لم يجد أى دليل من الطبيعة ، أو الهام سحري ، وبسبب ذلك بدأ الكثيرون مع علماء الطبيعة في النظر الى اصراره في البحث باستهانة خفية - لكنه ظل ينظر الى تلك السنوات العشر مع العمل الدؤوب المجدب نفس نظريته الى الفترة التي أنتج فيها نظريته النسبيتين ، الخاصة والعامة - وفي بحثه عن معادلات المجال الموحد كان كل

ما ارتكز عليه هو خبرة عمره التي لا تقارن ، وقناعاته الراسخة بوجوب وجود هذه النظرية ، حيث انه كما يقول أصحاب الأديان الموحدة ، ان الرب واحد - كان هذا دافعا كافيا له لمواصلة الطريق على مدى ثلاثين عاما من اخفاق الى اخفاق - صحيح أنه لم يكن قادرا على مواكبة ما يجد في الفيزياء من تطورات ، وصحيح كان الهامه يغبو ، وصحيح لم تمد الأفكار تأتيه بفزارة أيام الشباب ، ولكن كانت تأتيه على أية حال ، وكان بحثه عن المجال الموحد معبرا تماما عن اصراره وعزمه الذي لا يلين ، والذي تعامل به مع كل أفكاره طيلة حياته -

وفي عام ١٩٣٦م دهمه الحزن لوفاة مارسيل جروسمان الذي لولاه لما قدر لمبرقية آينشتين أن تزدهر ، انقطعت الصلات بالماضي ، وهدأت الضجة حول النظرية النسبية العامة منذ وقت طويل ، وفي الدوائر العلمية كانت في حالة خسوف ، ورغم ذلك فقد واصل العمل - وفي ١٩٣٧م ، وبمشاركة مع العالم البولندي « ليوبولد انفيلد Leopold Infeld » ومؤلف هذا الكتاب قدمنا بحثا للنشر عن اكتشاف كبير ، هو أحد تداعيات النظرية النسبية العامة ، التي زادت من جمالها غير المادي وكشفت عن تفردا بين النظريات ، وهو كشف توصل اليه في العام التالي ، بطريقة مخالفة استلزمت فروضا اضافية للمادة ، العالم الروسي «فلاديمير فوك Vladimir Fock» - وفي حالة آينشتين كان للكشف جذور عميقة في أعماله السابقة منذ عشر سنوات مع جي جرومر ، لكن بعد أن اختمرت الفكرة الآن وزادت نضوجا - كانت الحسابات الجديدة شديدة الكثافة والتعميد بحيث لا يمكن أن نتعرض الا لاطارها

العام ، وهى مودعة فى مكتبة معهد الدراسات المتقدمة ،  
ويمكن للمتخصصين الرجوع اليها ، لكن جوهر العمل  
يسهل وصفه •

تعد معادلات مجال الجاذبية مع صور انحناء الزمكان،  
فبعض أنواع الانحناءات مسموح بها ، والبعض الآخر لا •  
وفى تشبيه تقريبي نقول ان الورقة يمكن أن تطوى فى  
أشكال كثيرة ، ولكنها لا يمكن أن تنفخ • ولننظر الآن جسما  
فلكيا وحيدا ، عندئذ يأخذ شكل الفراغ المنحنى ، الشكل  
التالى مثلا :



وفى حالة عدد من الأجسام ، فانها تأخذ الشكل التالى :



ولكن ، مع الواضح أنه يجب علينا أن نسوى التقاطعات  
كى تندمج الأشكال معا ، وذلك على الوجه التالى :



كيف يمكن ايجاد الطريقة الصحيحة ليكون الاندماج  
سلسا ؟ نمود الى معادلات المجال ، ولكنها أكثر صرامة مما  
نتوقع ، فهي تسمح بالاندماج السلس اذا كان الخط الكوني  
World line للأجسام يتحرك وفقا لقواعد معينة ، أو بلفة  
أبسط عندما تتحرك الأجسام فقط بطرائق محددة تماما .

وما تلك الطرائق ؟ ربما يخمن القارئ أنها في  
الأساس الطرائق التي تسمح بها نظرية الجاذبية لنيوتن ،  
ليس هذا دقيقا ، هناك اختلافات تبين الفوارق بين نظريات  
الجاذبية لنيوتن ومثيلاتها لأينشتين .

من الواضح أنها نتيجة هامة ، ولكن اذا توقفنا عند هذه  
النقطة فستفتونا الدلالة الأكثر عمقا . لنظرية نيوتن  
جزمان متميزان ، قانون الجاذبية وقوانين الحركة ، وكذا  
تنقسم معادلات ماكسويل الى معادلات المجال ومعادلات الحركة  
لنيوتن ، وبينها وسيط يسمى « قوة لورنتز » ، وكانت نظرية  
أينشتين منقسمة في ذلك الوقت قسمين ، معادلات مجال  
الجاذبية وقاعدة « أقصر المسافات » للحركات الكوكبية ،  
قاعدة مساعدة تعتبر أن الكواكب هي جسيمات ليست  
بذاتها ذات انحناء زمكاني تجاذبي . ولكننا الآن يمكن  
أن نرى أن نظرية أينشتين ليست مقسمة بهذا الشكل  
في الحقيقة ، فمعادلات المجالات التجاذبية تحكم الحركة ليس  
للجسيمات فقط ، بل للأجرام التي لها انحناءات فراغية  
بذاتها . لم تكن معادلات المجال بحاجة لقواعد تكميلية ، فقد  
كانت ذاتية الاكتفاء . لقد أصبح هيكل النظرية أكثر  
اقتصادا في القوانين ، ومن ثم أكثر بساطة وأكثر فنا مما  
تصور أينشتين حين وضعها منذ قرابة ربع قرن .

ماذا لو وضعنا معادلات المجال ومعادلات ماكسويل في  
بناء تركيبى من النظرية النسبية العامة ؟ عندئذ يعمل سحر  
آينشتين الحركى بصورة أقوى ، حيث انه من المعادلات الذاتية  
الاكتفاء ستظهر قوة لورنتز تلقائيا مع الحركة ، وليس  
كدخيل فيها •

خلال مسار هذه المعادلات المعقدة كانت هناك مفاجآت  
غير سارة ، حينما لا تسير الأمور كما يكون متوقعا • وفى  
بعض الأحيان كان الموقف يبدو ميئوسا منه ، فيصاب معاوانو  
آينشتين بالاحباط ، لكن شجاعته هو لم تخنه قط ، وكذا  
قدرته على الابتكار • كان يعمل فى حل هذه المعضلة لأكثر  
من عشر سنوات ، وكان كل اخفاق لا يعدو اخفاقا عارضا ،  
وليس هزيمة مريرة • وكان يكرر على مسامع مساعديه  
المحيطين أنه اذا كان العالم قد انتظر كل هذه السنوات من  
أجل أن تثمر هذه الفكرة ، فلن يضيره أن ينتظر بعض شهور  
أخرى • واذا فشلت الفكرة فى النهاية فليس ذلك بالأساة ،  
 طالما أنه بذل كل المستطاع من الجهد •

بالنظر للأبعاد الثلاثة للفراغ ، فان الأمر يتطلب  
معادلات ثلاثا لحركة الأجسام ، لكن معادلات المجال ذاتية  
الاكتفاء ، ولأنها رباعية الأبعاد لابد أن تعطى أربع معادلات  
للجسم الواحد • وبالنسبة لمعاوانى آينشتين كان ذلك يمثل  
تهديدا رئيسيا لنجاح المشروع ، ولكن لم يكن كذلك بالنسبة  
لآينشتين ، على العكس ، لقد وجد فيه امكانيات هائلة :  
فالمعادلة الرابعة يمكنه ألا تسمح الا بمسارات معينة على  
غرار ما فعل بوهر من قبل • تخيل المفارقة ، بعد المعركة  
مع بوهر ، لو اتضح أن نظريته الكمية وما لها من تأثيرات



محتواة فى النظرية النسبية العامة لأينشتين . ولكن للأسف لم يتم ذلك ، اذ لم تضع المعادلة الرابعة أية قيود . لكن هذا الأمل الذى لم يتحقق يكشف عن اصرار وعمق تصميم أينشتين على التوحد الفيزيائى .

أحيانا ما كان يصل العمل الى طريق مسدود ، وفى هذه الحالات ، وعندما تفشل المناقشات الحامية فى كسر الجمود ، يتدخل أينشتين قائلا بانجليزية ذات لكنة متميزة : « لسوف أفكر قليلا » ، ثم يبدأ فى التحرك قائما أو قاعدا ، أو يدور حول نفسه ، وفى كل هذه الأحوال يلف خصلة من شعره حول اصبغه ، وترتسم على وجهه نظرة حاملة ترنو لبعيد . لم تكن تبدو عليه أية علامات للانفعال أو الضغط ، لا أثر للمناقشات الحامية التى ثارت منذ لحظات . ليس سوى انسحاب الى سلام داخلى ، ذاك هو أينشتين يعمل فى قمة عبقريته ، وتمضى الدقائق ، ثم فجأة يمود الى عالم الواقع ، وعلى وجهه ابتسامة ، وعلى شفثيه حل المعضلة مع المنطق الذى أوصله لحلها .

وفى ٢٠ ديسمبر من عام ١٩٣٦ م ، بعد ثلاث سنوات من مفارقة أوربا ، توفيت زوجته الزا ، وفى خضم هذا الحزن انكب على العمل ، قائلا انه قد أصبح أكثر احتياجا له من أى وقت مضى . كانت فى البداية محاولات للتركيز تدعو للرناء ، ولكنه عرف الحزن من قبل ، وعلم أن العمل هو الترياق السحرى لمواجهة .

قبل اندلاع الحرب الثانية بزمع طويل ، قام أينشتين ، مثل بوهر وغيره من الرجال ، ببذل كل جهده لمعاونة الراغبين فى الفرار مع الباقيات . وكانت زوجته نشطة فى هذا المجال أيضا . ولما زف الكمان بوريس شوارتز قصة

مشرة بهذا الخصوص - كانت البروقراطية تعمل بشكل أشد تعقيدا مع أن يفصل في هذا الكتاب - كان شوارتز وأبواه قد ولدوا في روسيا ، ثم تحولوا للجنسية الألمانية . ولكن النازيين عندما وصلوا للسلطة ألغوا تلك الجنسية ، ألم يكونوا يهودا ؟ وقد أدى ذلك الى أن يصبحوا بلا جنسية ، ومن ثم فقد كانوا أقل تعرضا للعسف من المواطنين من اليهود - لم يكن مسموحا لهم اقامة الحفلات الا للجماعات اليهودية ، ولكنهم أعطوا جوازات سفر بلا جنسية تتيح لهم السفر للخارج ، طالما نجحوا في الحصول على تأشيرة . وهكذا سمح لهم بأن يكسبوا قوتهم باقامة الحفلات في الخارج .

ولكن أصبح من الواضح وبشكل متزايد أن مستقبلهم في ألمانيا تحفه المخاطر ، وفي محاولة يائسة قاموا بالاتصال براهي الكنيسة الأمريكية في برلين ، الذي كتب لعائلة آينشتاين - وسرعان ما تلقت عائلة شوارتز ردا حارا من « الزا برتي » ، وهو اسم حركي ليس فيه ذكر لآينشتاين . وتلته خطابات أخرى ، رغم أن الزا كانت قد بدأت رحلتها مع المرض .

في ذلك الوقت كان آينشتاين يستخدم نفوذه ، وفي بدايات عام ١٩٣٦م تسلم بوريس شوارتز اشعارا غير متوقع من سفارة الولايات المتحدة ببرلين ، بوجود تصريح بدخول الولايات المتحدة .

كان الطلب على هذه التصاريح شديدا ، وكان على آينشتاين أن يستخدم كافة جهوده للحصول عليه ، ومع ثم فقد كتب على نفسه تمهدا ألا يكون شوارتز عند حضوره جيبا على الدولة . مقدما دخله كضمان لذلك - ولكن في حالة عدم

وجود قرابة يكون هذا التعهد غير كاف ، ولذا حث آينشتين أحد رجال الأعمال على تدعيمه بتمهيد مماثل . ورغم ذلك فلم تكن المسألة سهلة . كان على بوريس أن يقدم دليلا على معرفته بآينشتين ، وكان الوقت حرجا والشروط صارمة . ولحسن الحظ كان الدليل موجودا ، فقد أبرز بوريس الصورة التي تجمعهم ووالده مع آينشتين وهم يعزفون الموسيقى ، وحصل بالفعل على التأشيرة التي مكنته من دخول الولايات المتحدة . وكان سهلا بعد ذلك أن تلحق به بقية الأسرة . وكان آينشتين قد قام باتصالاته بالفعل لضمان مورد رزق لهم .

عرضنا لهذه القصة بالتفصيل ، لكي نبين جهود آينشتين في انقاذ من يمكنه انقاذهم من براثن النازيين . كان يكتب التعهدات بلا اكتراث ، لأصدقاء وغير أصدقاء . ومما لا شك فيه أن الكثيرين مدينون بحياتهم لجهوده .

ورغم أن قصة « أنفلد » لا تندرج تحت هذا الإطار ، إلا أنها مرتبطة بنفس السياق . ورغم كونه فيزيائيا موهوبا ، وما حققه من انجازات ، ورغم مجهودات آينشتين ، إلا أنه لم يتمكن من الحصول على وظيفة مناسبة . وعلى ذلك فقد أشركه آينشتين معه في تأليف كتاب « تطور الفيزياء » الذي كان له صدق واسع ، ولا شك في أنه كان له أثر في حصول أنفلد على وظيفة مرموقة في كندا .

تحدثنا في قبل عن خطاب آينشتين المؤرخ ٢٠ ديسمبر ١٩٣٩م الى روزفلت، مخذرا مع احتمالات قبلة اليورانيوم ، وبمدها بأسيوخ نجده يكتب بجد لفرودنجر : عن القنبلة أيضا ؟ لا ، بل هي مشكلة كانت تؤرقه ، هي تفسير ميكانيكا

الكم ، وبعد تهنئته على مثال القطة السابق ذكره ، نجده يتحدث عن « الصوفى » ، يقصد يوهر ، الذى يمنع ، بحجة أن ذلك ليس علميا ، البحث عن شيء موجود على استقلال ، بصرف النظر عن كونه مرثيا أم لا ، وهو التساؤل عن كون القطة حية. أو ميتة فى لحظة معينة قبل أن تصبح مرثية . وكرر آينشتين مرتين خلال خطابه أنه « مقتنع تماما كما كان دائما » بأن ميكانيكا الكم لا تعطى الحقيقة كاملة . وقبل نهاية رسالته ترد هذه الفقرة ، ويبدو أنها لا تشير فقط لهذه المشكلة ، ولكن أيضا لنظرية المجال الموحد ، ويقول فيها : « أكتب هذا اليك » ، ولنتذكر أنه يكتب لأخلص معاونه ، « بلا أدنى شك فى اقتناعك ، ولكن بفرض وحيد ، هو أن أمكنك من فهم وجهة نظرى التى أوصلتني الى وحدة عميقة » -

بعد ذلك بثلاثة أيام ، كتب للملكة الأم فى بلجيكا - هل عن اليورانيوم ؟ لا ، بل عن الأيام الخوالى فى أوربا ، ومباهج الصيف من ركوب الزوارق وعزف الموسيقى ومزايا الوحدة .

وفى عام ١٩٣٥م توجه آل آينشتين الى برمودا لاعادة الدخول بتأشيرات دخول دائمة ، وفى ٢٢ يونيو ١٩٤٠م، بعد فترة خمس السنوات الضرورية ، أدى آينشتين واينته مارجو وسكرتيرته امتحان الحصول على الجنسية الأمريكية ، وفى أول أكتوبر منح ثلاثتهم الجنسية ؛ وكان مستقبل المدنية يبدو مظلما تحوطه الشكوك ، فى خضم معركة بريطانيا الجوية ، وبعد أسابيع من استسلام فرنسا - وكان ذلك فى نفس يوم امتحان الحصول على الجنسية . وبعد عام ، غزا الفاشيون روسيا ، وبدأ كما لو كان النصر سيكون حليفهم . ولكن ، وكما نعلم ، كان المد قد تحول للانخسار . ومن

المناسب أن نتحدث هنا عن نظرية مجهولة وغير صائبة ،  
وضمها آينشتين بعد ذلك بثلاث سنوات •

فى ذلك الوقت كانت الحرب قد قاربت نهايتها • وفى  
٦ يونيو ١٩٤٤ م ، وبينما هاجم الروس الشرق ، عبر الحلفاء  
القتال الانجليزى الى نورماندى ، وكانت بداية الانهيار لحلم  
هتلر فى استعباد العالم • وبحلول نوفمبر كانت الجيوش  
الالمانية فى موقف خطير وهى تنسحب على الجبهتين • عندئذ ،  
وفى ٦ ديسمبر من نفس العام ، شن الألمان هجوما مضادا  
مباغتة للغرب ، اخترقوا فيه خطوط الحلفاء ، وهو ما أصبح  
يعرف بـ « معركة الأردن » • عند سماع آينشتين لهذه الأنباء  
تملكه القلق ، وقد فكر فى الأمر كما يلى : كل الدلائل تشير الى  
أن الألمان قد خسروا الحرب ، فلم يجازفون بشن هذا الهجوم  
الذى لربما يجنوا من جراته سوى المزيد من الخسائر ؟ لايد أن  
لديهم أسبابا وجيهة لذلك ، وتوقع أن يكون السبب هو  
حصولهم على ما كان يطلق عليه « قنبلة الاشعاعات » ، وأنهم  
كانوا يضحون بهذه الأرواح كسبا للوقت لاستخدامها • لم  
يكن يعلم آنذاك أن الهجوم لم يكن الا قرارا يائسا من هتلر  
شخصيا •

واستنتج آينشتين من فشل الهجوم أن النازيين لم  
يحصلوا على القنبلة ، ولكن خطر قنبلة أمريكية كان قائما •  
وعندما أقيمت بالفعل على هيروشيما ، تحققت أسوأ  
مخاوفه • كان الخوف من القنبلة ، سواء فى أيدي  
الديمقراطية أو الدكتاتورية ، يثقل على ضميره •  
لوس لأنه حث روزفلت فى عام ١٩٣٩ م على إنتاجها خوفا من  
سبق النازيين فى ذلك ، وليس بسبب أنه بكل حسن نية

وضع المعادلة الشهيرة  $ط = ك \times ج \times ٢$  ، لا ، ليس له هذه الأسباب ، ولكن لشعوره بأنه شخص يحظى بمثل ما يحظى به من وضع ، وبالتالي فإن عليه التزاما أخلاقيا باستخدام نفوذه الى أقصى مداه لمحاولة إنقاذ الجنس البشرى من الولايات التي لم يكن العالم ، رغم هروشيما ونجازاكى ، ملما بها تماما .

وحيث أمكنه ، وكانت فرصه كثيرة بحكم كونه شخصا عالميا ، كان يحذر بكل ما وسعه من المخاطر المرتقبة ، ويدعو بحرارة لحكومة عالمية - وعندما تجمع علماء الذرة لتكوين لجنة ( طوارئ ) ، طلبوا منه أن يرأسها ، باعتباره أنه أشهرهم جميعا ، رغم رفضهم لأفكاره عن ميكانيكا الكم وأبحاثه عن المجال الموحد - وقد قبل بلا تردد ، وكان ذلك راجعا لحاجتهم لاهتمام الرأى العام والشخصيات البارزة ، وللأموال لتنفيذ وإجباتهم الاعلامية الهائلة لنشر الادراك بين الناس لأشياء مبدئية ، منها أن أمريكا ليست لها القدرة على احتكار أسرار القنبلة الذرية ، وأن الآخرين لابد وأصلون لها . وأن الهيكل السياسى الحالى للعالم قد تخطأه الزم . وبفضل اسم أينشتين السحري تمكن من الدعوة للدعم المالى واضفاء وضعية متميزة جذبت الانتباه .

فى مثل هذه النشاطات ألقى بنفسه ، ونادى بحساس لانشاء قوة عسكرية دولية لحفظ السلام بين الدول ، وكانت هذه الفكرة فى نظر الكثيرين أملا بعيد التحقيق . وقد سبق اقتراحها فى ظروف أقل خطورة ، ولكنه بلا جدوى ، فما فرص نجاحها الآن ، حتى فى ظل احتمالات الفناء هذه ؟ لقد كان مقتنعا بأنه بدون هذا الشكل من السلطة فلا أمل للبشرية .

وبالإضافة لذلك ، فقد كانت تحت هذه المجهودات التي لا تفتقر في التحذير من الكارثة إذا ما ظل العالم منقسما على نفسه ، أشباحا لا تهدأ - فآينشتاين الذي دعا بحرارة الى التعايش وتسوية الخلافات في أعقاب الحرب الأولى ، والذي ضاق ذرعا بأولئك الذين ظلوا متمسكين بالمرارة حيال أعدائهم ، هو نفس الرجل - ولكن آينشتاين آخر - الذي لم يفر أبدا للألمان ما ارتكبوه من فظائع ضد اليهود ، وحتى في عام ١٩٣٣ م ، عندما استقال من الأكاديمية البروسية التي وجهت اليه اتهامات كاذبة ، كتب لبلاك :

« خلال هذه السنوات قد شرفت وعززت من مكانة ألمانيا ولم أسمح لنفسى بالانسياق في الهجوم الذي تعرضت له ، خصوصا في السنوات الأخيرة عندما لم يمن أحد بالدفاع عني - أما الآن ، فإن ما يتعرض له رفاقي من اليهود من حرب إبادة ( تذكر أن ذلك كان في عام ١٩٣٣ م ) تجبرني على استخدام كل ما أملك من نفوذ بالنيابة عنهم أمام العالم » .

وعندما دعي في ١٩٤٦ م للعودة للانضمام للأكاديمية البافارية رفض قائلا : « لقد ارتكب الألمان مذابح ضد اخوتي من اليهود ، ولن تكون لي بهم علاقة على الاطلاق » - وفي ١٩٤٩ م عندما طلب منه إعادة الرابطة بمعهد القيصر ويلهلم الذي تغير اسمه الى معهد بلانك ، رفض أيضا قائلا :

« ان الجرائم الألمانية هي بحق أكثر الجرائم فظاعة في تاريخ الأمم ، ولقد كان تصرف المثقفين الألمان بشكل جماعي ليس بأفضل من تصرف العوام ، وحتى الآن ليس هناك أدنى دليل على الأسف أو رغبة حقيقية في اصلاح ما تغلف من هذه الجرائم المهولة - وعلى ضوء هذه الظروف أجد في نفسي

عزوفاً عن المشاركة فى أى شئ يمثل وجها من أوجه الحياة العامة فى ألمانيا » .

وفى عام ١٩٥١ م ، وبعد أن رفض بحزم دعوات أخرى ، رفض أيضاً أن ينضم الى قسم السلام فى المنظمة البروسية وكتب :

« بسبب الجرائم الجماعية التى ارتكبها الألمان فى حق الشعب اليهودى ، فمن الواضح أنه لا يمكن لليهودى يحترم نفسه أن يرتبط بأى شكل بأية منظمة ألمانية رسمية » .  
ولم يلن موقفه هذا حتى نهاية حياته .

ولكن رغم أن جزءاً منه كان متأثراً بالماضى ، وتنتابيه الهواجس حول مصير البشرية فى العصر الذرى ، فقد ظل مستمتعا بحياته وقائماً بها ، وعلى سلام داخلى مع نفسه ، مع صراعه فى إيجاد نظرية للمجال الموحد . وقد سبق لنا عرض بعض مجهوداته ، ولكنى نورد هنا بعضاً آخر نحكى عن نظرية نشر عنها بحثاً فى عام ١٩٤٥ م ، ظل منكبا عليها يتناولها بالتمديدات طيلة السنوات المتبقية من حياته . كانت شقيقة لنظريته عام ١٩٢٥ م ذات المعامل  $g_{uv}$  غير المتماثل ، ذى الست عشرة كمية ، عشر منها للجاذبية وست للكهروديناميسية ، وعلى ذلك فقد كانت كلماتها وقتها تحمل شيئاً من النبوءة حينما هتف قائلاً : « أعتقد أننى وجدت الحل الصحيح » .

ليس من الممكن تبسيط هذه النظرية النهائية ، وليس من شكل تصورى يمكن أن يساعدنا ، فهى قمة فى التركيز



الرياضي • وعلى مدى السنوات وخلال عمله منفردا أو بمعاونة الآخرين تغلب آينشتين على الكثير من الصعاب ، ولكن ليوجد المزيد في انتظاره • ولقد بين العديد من الباحثين ، ومنهم انفلد ، أن معادلات المجال ، أدى الى حركات غير صحيحة بشكل جلي ، والجسيمات المشحونة تتصرف كما لو كانت غير مشحونة • ويرغم ذلك ظل آينشتين مخلصا لتلك النظرية • لم تكن معادلات المجال بالضرورة في صورتها النهائية • اضافة الى أن آينشتين كان ولوقت طويل يبحث عن وحدة أعمق ، وحدة المجال والمادة لأنها رغم أنها مرتبطة ظلت حتى ذلك الحين أشياء من أنواع مختلفة في الأساس • وفي النظرية النسبية العامة نجد أن معادلات المجال تفقد نقاءها في المواضيع التي تحتلها المادة • وكما أشار آينشتين لم تكن هناك طريقة للاحتفاظ بتلك النظرية بدون مفهوم المجال ، وقال بأن المزمع عندما يؤمن من قلبه بالفكرة الأساسية لنظرية المجال ، عندها لا تصبح المادة متطفلة ، وانما جزء ذو شأن من المجال ذاته • وبالطبع يمكن أن يقال انه أراد أن يبنى المادة من لا شيء سوى تلايف الزمكان • وفي نظريته الجديدة كان يبحث عن معادلات للمجال لا تفقد نقاءها حتى في تلك المواقع التي تدخل المادة فيها ، وكان يأمل أن تتصرف المادة في تلك المواضيع كتحوصل للمجال • كما كان يأمل أيضا أنه بالاصرار على حلول نقية للمجال ، وبالمعنى الاصطلاحي حلول دون « نقاط شذوذة » ، أو تفرد singularity « (٢٢) ، سوف تظهر المحددات التلقائية مرتبطة بوجود الذرات والكوانتا • بالنسبة لمعظم الفيزيائيين كان الاحتمال بعيدا ، حتى في ناحية المبدأ • ومن الناحية

---

(٢٢) نقاط اللانهاية أو هم الاتصال في المعادلات الرياضية - ( المراجع ) •

العملية كانت الصعاب الرياضية تتراكم . لنفرض أنه  
توصل لمعادلات المجال المناسبة ، فكيف سيمكنه أن يصل  
للحلول المطلوبة خالية من نقاط الشذوذ ؟ لقد كان يعلم أنه  
لا توجد طريقة قياسية معروفة قابلة للتجربة ، ولكنه ظل  
يكافح كالمستमित قائلا : « انى فى حاجة للمزيد من  
الرياضيات » .

وفى زيورخ عام ١٩٤٨م توفيت زوجته الأولى «ميليفا»،  
وبذلك قطعت احدى الروابط بالماضى . أما صحة آينشتين  
نفسه فكانت تدعو للقلق ، وبنهاية العام أجريت له عملية  
جراحية فى بطنه ، ورغم قضائه فترة النقاهة فى فلوريدا ،  
فقد ظلت صحته هزيلة . ولكنه عاد بأسرع ما يستطيع  
لبرنستون ، وكان ذلك بسبب احتياجه ليكون قريبا من  
«مايا» شقيقته . وكانت قد زارته فى ١٩٣٩م ، وظلت هناك  
بسبب الحرب ، وفى مايو من ١٩٤٦م تمرضت لأزمة قلبية  
أدت الى الشلل . ولكنها ظلت على قيد الحياة حتى يونيو  
١٩٥١م ، وقد كتب آينشتين لابق عم له بعد ذلك بقليل :

« خلال الأعوام الأخيرة كنت أقرأ لها كل مساء من أجمل  
الكتب مع الأدب القديم والحديث . ومع العجيب أن ذكائها  
لم يتأثر برغم المرض المتزايد ، ومع قرب النهاية لم تمعد  
قادرة على الكلام المفهوم ، اننى أفتقدها بشكل لا يمكن  
تصوره ، ولكنى سعيد أن ألامها قد انتهت » .

كانت تلك السنوات مع القراءات المسائية للأعمال  
العظيمة لشقيقته المشرفة على الهلاك رجع الصدى للأكاديمية  
الأولى المرحلة ، حيث كانت الكتب العظيمة تقرأ أيضا .

وفى زيارة لباريس تقابل هايشت وسولوفين ، وكان ذلك فى ١٢ من مارس ، قبل عيد ميلاد آيتشتين الرابع والسبعين ييومين . وعندما هاجت شجونهما لذكريات الأيام الخوالى فى برن قبل نصف قرن ، قام الرجلان بإرسال بطاقة بريديّة تعمّل صورة كنيسة نوتردام معنونة بالفرنسية « الى رئيس الأكاديمية الأولمبية ، ألبرت آينشتين ، برنستون ، نيوجرسي ، الولايات المتحدة » وقد تسلمها بالطبع ، ومن بين الكثير من البطاقات المتكدسة كان هذان الخطابان المليئان بالحنين ، مكتوبين بالألمانية :

« الى المحترم رئيس أكاديميتنا ، فى غيابك ورغم أن مقعدك محجوز ، عقد اجتماع حزين رصين لأكاديميتنا ذات الشهرة المالمية - هذا المقعد المحجوز الذى نحتفظ به دافئاً دوماً ينتظر ، نعم ينتظر ، وسيظل ينتظر حضورك - هايشت » .

« وأنا أيضاً يا سيدى العضو الأول المبرز لأكاديميتنا المجيدة ، أجد صعوبة كبيرة فى حبس دموعى عندما أرى هذا الكرمى الشاغر الذى كان يجب أن تظل تحتله ، ولذا لا يتبقى سوى أن أبعث عظيم اجلالى وتحياتى القلبية - سولوفين » .

ورغم أنه كان معتل الصعّة ، الا أنه لم يفقد حسه الفكاهى ، وفى فكاهة رصينة لا تخفى حنينه للماضى كتب فى الثالث من أبريل :

« الى الأكاديمية الأولمبية الخالدة : فى حياتكم القصيرة الحافلة آيتها العزيزة تمتعتم بكل ما هو ذكى ولامح . لقد أسسك أعضاؤك حتى تسخرى من شقيقاتك الأكاديميات

الأخريات الراسخات ، وقد تعلمت بمرور السنين من المراقبة  
الدقيقة ما فعلته هذه السخرية .

لقد أثبتنا نحن الأعضاء الثلاثة علي الأقل جلاقة علي  
الإحتمال ، ورغم أننا أصابنا العطش إلا أن لمحات من اشتغالك  
تنير عزلتنا ، لأنكم بعكسنا لم تشيخوا وتصيحوا رأسا عجوزا  
من الخس .

لكم اخلاصى وحبى حتى النفس الأخير .

١٠١ . حاليا ليس الا عضوا منتسبا » .

لقد فعلت السنون فعلها الحتمى ، وقد سبق ذلك أن  
كتب الرجل للملكة الأم في بلجيكا :

« يبدو أنني وبرغم رغبتى الشديدة لن أرى بزوكل  
مرة أخرى ، ويسبب شعبية خاصة اكتسبتها فإن كل ما أفعله  
يتحول الي كوميديا مضحكة ، وهذا يعني أنه يتجتم علي أن  
أظل قريبا من بيتى ، فلا أغادر برنستون إلا نادرا . لقب  
سئمت من التسكع ، ومع مرور السنين لم يعد مجتملا أن  
أستمع على الدوام لنفسى . أمل ألا تكونى قد تعرضت لنفس  
الموقف . ما تبقى لى هو العمل الذى لا يهدأ ، والمشاكل  
الملمية الصعبة ، وسيظل هذا العمل يأمر لى حتى الرمح  
الأخير » .

وفى يونيو عام ١٩٥٢م كتب لابن عمه :

« فيما يتعلق بعملى فلم يعد الانجاز كبيرا ، لم أهد أحقق  
الكثير من النتائج ، وعلى أن أقنع بدور رجل الدولة المعجوز ،  
أو القديس ، وعلى الأخص الدور الأخير » .

وبالفعل ، وبعد وفاة حايم وايزمان طلب منه أن يخلفه في رئاسة الدولة اليهودية ، ورغم تأثره البالغ بهذا العرض ، فقد اعتذر بلطف بدعوى أنه يفتقد للقدرة والتجربة اللازمتين ، وأضاف : « انني لستاء ، فقد أصبح ارتباطي بالشعب اليهودي هو أقوى الروابط الانسانية لدى ، ومنذ ذلك الحين أصبحت مدركا للموضع المزعزع لنا بين دول العالم » .

وقد كتب في عام ١٩٥٤م للملكة الأم في بلجيكا : « لقد أصبحت ولدا مزعجا في موطنى الجديد لعدم قدرتى على السكوت ، وابتلاع كل ما يحدث » .

كان ذلك في جانب منه راجعا لكون السيناتور جوزيف ماكارتني يعصف بالحريات ويدمر حياة حتى البارزين من رجال المجتمع بدعوى مقاومة الشيوعية ، وفي هذا المناخ المحموم تحدث آينشتاين بكل شجاعة عن تهديد ذلك للحرية الثقافية ، وبسبب مناصرته لقضايا علي غير هوى الجماهير ، كان هو نفسه عرضة للهجوم من قبل بعض الأمريكيين . وعندما قبل انقلد وظيفة جامعية هامة في وطنه بولندا ، ورغم أنه لم يكن له دور في صناعة القنبلة الذرية ، هاجت الصحافة بشكل غير معقول بزعم أنه سوف ينقل الأسرار النووية للشيوعيين ، وقد تحول هذا الأمر بصورة ما لغير مصلحة آينشتاين .

وفيما بين ١٩٦٥-١٩٦٧م نشر الروس الأعمال الكاملة لآينشتاين في أربعة مجلدات ، وهو تجميع فريد من نوعه ، ولكن قبل ذلك لم يكن الشيوعيون الرسميون في موقف محدد من النظرية النسبية ، ففى عام ١٩٥٢م هاجم أحد الأكاديميين

الروس النظرية باعتبارها مناهضة لمبدأ المادية الجدلية التى  
هو الأساس الفلسفى للشيوعية . وقد أنحى باللائمة على  
بعض العلماء الروس لدفاعهم عن النظرية . وعند تسلمه  
خطابا بهذا الشأن أجاب بدعابته الموهودة أن ذلك قد رفع  
من روحه المعنوية بشكل ملحوظ . ولكنه بعد أن ضاق ذرعا  
بالقيود على حرية الفكر والقبول فى روسيا كتب البيان  
المبدئى التالى ، الذى نشر فى عام ١٩٥٣ م : « فى مملكة  
الباحثين عن الحقيقة لا توجد سلطة عليا ، وكل من تسول  
له نفسه أن يلعب دور المحكم يستحق سخرية الآلهة » . كما  
كتب هذه الأبيات اللاذعة التى لم يقدر لها أن تنشر :

### حكمة المادية الجدلية

بالجد الذى لا يقارن

ألم تر أخيرا الحقيقة ؟

يا لك من أحق ، لتجهد نفسك حتى الموت

فحزبنا يقدم الحقيقة بالقرارات !

هل يجد شخص شجاعة على الشك ؟

فيمتلقى جائزته على أم رأسه ،

ليتعلم درسا لم يره من قبل

كيف يعيش معنا فى وفاق .

وفى أمريكا وسط المخاوف من القهر المكارثى ، طلب

أحد المدرسين المطلوبين للشهادة أمام لجنة تحقيق تابعة

للكونجرس مشورته ، فكتب هذه الكلمات الصريحة المدوية :

« يواجه المثقفون في هذا البلد مشكلة خطيرة للغاية ،  
فقد نجح سياسيون منفللون في زرع بذور الشك في  
المجهودات الثقافية لدى العامة ، وذلك بالتلويح لهم بخطر  
غير موجود ، وهم الآن يصدد قهر حرية التعليم وحرمان كل  
من ليس قابلا للخضوع بفقد وظائفهم ، وبمعنى آخر بالموت  
جوعا »

ماذا يمكن لأقلية المثقفين عمله ازاء هذا الشر ؟ بصراحة .  
لا أجد الا الطريقة الثورية بدم التعاون بمفهوم غاندى .  
كل مثقف يطلب منه القول أمام احدى لجان المجلس عليه أن  
يرفض الشهادة ، أى أن عليه أن يعد نفسه للسجن والتعطيل  
الاقتصادي ، وباختصار التضحية برعايته الشخصية من أجل  
صالح الثقافة لهذا البلد . . هذا ويجب أن يكون رفض  
الشهادة قائما على التأكيد بأنه من المشين بالنسبة لمواطن  
لا ناقة له ولا جمل أن يرضخ لمثل هذه الاستجوابات ، فمثلا .  
يخالف روح الدستور .

وإذا كان هناك غدد كاف من الناس على استعداد لاتخاذ  
مثل هذه الخطوة الصعبة ، فسوف يتنجحون . وإذا لم يحدث ،  
عندئذ لا يستحق مثقفو هذه الأمة ما هو أفضل من العبودية  
التي أعدت لهم » .

في تلك الأيام كان من الخطورة كتابة مثل هذا الخطاب ،  
ولكن أينشتين أضاف حاشية أنه لا حاجة لاعتبار هذا الخطاب  
سريا ، وبذلك ، وبحكم كونه من يكون ، تحول الخطاب الى  
اعلان عام دوت أصداؤه في أسماع العالم .

صحيح أن انتصارات ميكانيكا الكم الحديثة تعدت في  
عندها ودقتها النظرية النسبية العامة . ولكن رغم أنها

كانت نتاج فكر عدة عقول، فإن اسهام آينشتاين فى تطويرها كان فى حد ذاته هائلا . والأكثر من ذلك أن النظرية النسبية الخاصة تلعب دورا بارزا فى أبحاث النكم الحديثة . أما بالنسبة للنظرية النسبية العامة العملاقة فقد كانت — من وجهة نظر هامة — من نتاج فكر رجل واحد ، ولذا قلهى تعتبر من أعظم الانجازات العلمية على مدى تاريخ العلم فى كل المصور . وأيا كان ما يخبره القدر فستظل نظرية آينشتاين للنسبية آمنة . فرغم أن كل النظريات يمكن أن تموت ، إلا أن العظيمة منها ، مثل كل التحف الثمينة ، تحتفظ بمعلمتها على الدوام .

وفى « ملاحظاتى على السيرة الذاتية » ، وعندما تحدث عن النظرية ، كان عليه أن يقص عن المصاعب فى النظام النيوتونى ، وقجاة توقف ليخاطب نيوتن مباشرة :

« كفانا من هذا . سامحنى يا نيوتن ، لقد توصلت الى الطريق الوحيد المتاح أنام رجل على أقصى قدم من الذكاء والابداع . وتظل المفاهيم التى وضعتها مستيطرة على فهمنا ، رغم أننا ندرك الآن أن علينا أن تستبدل بها مفاهيم أخرى بعيدة عن مجال التجريب المباشر ، إذا ما كان يتبقى علينا التوصل لفهم أكثر رسوخا للطريقة التى تترابط بها علاقات الأشياء » .

أى رجل هذا الذى يخاطب نيوتن بمثل هذا القول غنير القرون الطويلة ؟ هو رجل متواضع وبائع البساطة احتفظ ببراعة الطفل ودهشته . ويتبنى احساس آينشتاين بالنموض والمأشاة فى هذه الكلمات التى كتبها للملكة الأم فى بلجيكا



عام ١٩٣٩ م : « أشعر بالعرفان تجاه القدر الذى جعل من الحياة تجربة مثيرة بحيث بدا أن لها معنى » . . . . . بدا أن ، تلك كانت كلماته .

ولكننا يجب ألا نترك مثل هذه الأفكار الرصينة تخفى الإحساس بالمرج النخاص الذى يتجلى فى ضحكاته المجلجلة ، وحيه للأدوات الميكانيكية المسلية ، وميمنه الذى لا يتضب من الشعر الهزلى ، وميله الفطرى للشيطنة . فعلى سبيل المثال، عندما بعث بأحدى صوره لصديق قديم ، كتب هذه السطور:

تأمل صديقنا العجوز كما يبدو الآن  
لعل الرعب يطيح بسلام نفسك  
ولكن تذكر : المهم هو المضمون  
وعلى العموم ، فاية أهمية لذلك ؟

كان متمردا بطبيعته ، ومستمتعا بكونه غير تقليدى أو عادى . كان يلبس ما يريعه ، وليس ما يسه الآخرين ، كانت المظاهر لا تشغله ، فقد كانت تسبب بالنسبة له عرجا لا معنى له . كان ينشد البساطة فى كل شيء ، وكان العلم هو غرامه المتدفق ، ومن بعده الموسيقى . وتحسكى أخشه عن توقفه المفاجيء عن اللعب ليهتف : « وجدتها ! » وكأنت كمانه ، كلمه ، رفيقه الدائم ، يصحبها فى حله وترحاله . وأيا كان ما يفعله ، فقد كان العلم خاضرا فى ذهنه على الدوام .

حينما كان يقلب الشاى ، لاحظ أن أوراقه تتجمع فى المركز وليس على الحواف ، ووجد السبب وبفلة بشكل غير متوقع بشيء بعيد تماما ، المشتازات المتفرجة للأنهار . ونطينا

كان يسير على الرمال ، انتبه لشيء نمر عليه من الكرام ، أن الرمل المبلل تكون الآثار عليه أكثر ثباتا من الرمل الجاف ، وقد وجد التعليل العلمى لذلك .

كان ينظر للموسيقى نظرتة للعلم ، ساعيا فى كليهما الى البساطة الطبيعية قبل كل شيء . وكان موزارت هو نموذجة المثالى . وحين كان يقال له ان يتهوفن أعظم منه كان يعلق قائلا : « كان يتهوفن يضع موسيقاه ، ولكن موسيقى موزارت من الصفاء بحيث تبدو وكأنها موجودة فى الكون منذ الأزل ، تنتظر من يكتشفها » . وفى تعبيره عن الحراب الذى يحل بالعالم نتيجة للحروب الذرية ، كان يقول : ان العالم لئ يكون قادرا على سماع موزارت .

وكان يعتبر شهرته العالمية كثقة مهيبة — منحة من القدر — يجب أن تستثمر للصالح العام . كان يعلم جيدا ثقل ووزن اسمه ، فدافع بحرارة عن قضية الحرية الانسانية ، وقد حال ضميره بينه وبين التنصل من دعم القضايا العادلة .

وتحكى نواذر عديدة عن جانبه الانسانى . يحكى شتراوس عن اعتذاره لقطه المذخور من انهمار السماء بالمطر قائلا : « أنا أدري مشكلتك يا عزيزى ، ولكن للأسف ما باليد حيلة ازمأها » .

وعندما أنجبت قطه شتراوس ، كان آينشتين حريصا على رؤية جرائها ، ولندع شتراوس يكمل القصة :

« عاد آينشتين معنا للمنزل ، وأخرجه أن يجند أغلب الجيران مع المائلين بالمعهد ، فقال : « لتسرع ، هنا كثير ممن

اعتذرت غر دعواتهم ، وأرجو ألا يعلموا أنني جئت الى هنا  
لزيارة القطط » .

وكانت لديه موهبة اشمار ضيوفه برفع الكلفة ، ليس  
بالكلمات ، وانما بتصرفاته . لم يكن محتاجا لاشاعة جو  
السيطرة عليهم ، ولم يكن راغبا في ذلك . كان لديه من  
التواضع والتلقائية لدرجة أن الضيف لم تكن لديه فرصة  
ليشمر بالاهتمام المبالغ فيه به ، فالمبالغة لم تكن أبدا مقصودة  
من جانبه . لم يكن لديه ذلك الأدب المتعمد لمجيدى اظهار  
الصدقة المحسوبة بين الرجال ، فهو لم يكن كغيره من الرجال ،  
كانت له مواطن ضعفه البشرى ، ولكن كانت المظلمة تشع  
من حوله بسبب بساطته وتواضعه .

وعن القضايا العامة كان يتكلم ببساطة وبلا خوف ،  
كأنبياء الكتاب المقدس ، لأنه كان مهتما بقضايا أشقائه  
من البشر . ومع ذلك فقد كتب قائلا :

« ان حسي المميّق بالعدالة الاجتماعية والمسئولية  
الاجتماعية كان متعارضا على الدوام بشدة مع غياب الاحتياج  
للاتصالات المباشرة مع الآخرين من البشر أو المجتمعات .  
فأنا يحق « مسافر وحيد » ، ولم أكن أبدا ملكا خالصا لوطن  
أو بيت أو أصدقاء أو حتى أسرة ، فحيال هذه الروابط لم  
أفتقد أبدا الاحساس بالتباعد والعزلة ، وهو ما تزأيد مع  
الأيام » .

لقد كتب هذا عام ١٩٣٠م ، وظل صحيحا طيلة حياته .  
ومع ذلك ، فلم يجد سعادته في عمله فقط بل أيضا في  
تقدير العلماء له . وقد كتب للجمعية الملكية التي  
منحته ميداليته عام ١٩٢٥م :

« من امكنه أن يجد فكرة تمكثنا بن الغوص ولو خطوة صغيرة فى المضلة الأزلية للطبيعة فقد منح بركة كبيرة ، أما من يتمتع فوق ذلك بالاعتراف والتعاطف والعون لغيره فقد حاز سمادة لا يصل إليها بشر » .

ولقد ترك لنا ملامح من ذاته الداخلية ، ولكننا لا نستطيع أن نترجمها إلا من واقع تجاربنا نحن وليس تجاربه . فهو قد كتب مثلاً ذات مرة : « ان أجمل التجارب على الإطلاق هى مواجهة الفموض ، انها الماطفة الأساسية التى تقف على الحافة بين الفن الحقيقى والعلم الحقيقى » . وحتى لو عرفنا نحن نشوة الفن الخلاق أو التصوف الدينى ، فلن نحس بإحساسه الا بصورة باهتة . فوراء كلماته تجربة فريدة لا يعرفها سواه . لقد كان فى أعماقه فناً يستخدم العلم كمادة لفنه . كما كان يتصرف كمن به مس ، فما أن تتملكه فكرة حتى ينكب عليها حتى الانهيار . وإذا ما كانت الفكرة مستعصية ، فهو لا يفتأ يهود إليها المرة تلو الأخرى ، وعاما يعد عام فى اضرار غتيد<sup>4</sup> وكان يسخر ممن يجد فى مثل هذا العمل العقلى محض متعة ضئيلة ، قائلاً : « ان من يندق لذته لا يمل على الإطلاق » .

كانت المتعة موجودة ، وبوفرة غير عادية ، ولكنه كان يعمل لأنه لم يكن يملك غير ذلك . لقد كان تحت رحمة دوافع لا تعرف الرحمة . وقد كتب لسيدة أرسلت له قصيدة فى عيد ميلاده الواحد والسبعين :

« كلما حل يوم عيد ميلادى المعثوم ، انتابتنى احساس مزعج . فطوال تلك السنين أرى نفسى تحت العظراث النارية

المقرعة للنبوة المجنحة Sphinx (٢٣) تذكرتى بلا هوادهى بما  
استغلق قهقهه - ثم يأتى اليوم اللعين الذى أجند فيه الحب  
الذى غمرتى به رفاقى من البشر يخيلنى الى حالة من العجز  
المطبق - فاللبوة المجنحة لا تعطينى لحظة أخلو فيها لنفسى ،  
بينما يزعجنى ضميرى لمجزئ عن الوفاء بمقابل كل ذلك  
الحب ، حيث أفتقد الحرية والاسترخاء » .

وفى مناسبة أخرى استخدم تمثيلا مختلفا ، ففى شكره  
لهيرمان بروخ على كتابه عن فيرجيل عام ١٩٤٥م ، عبر أينشتاين  
عن نفسه متقمصا شخصية فاوست : « لقد قمتنى شاعرك  
فيرجيل ، واقامه بكل ما فى استطاعتي - لقد أظهر قى  
الكتاب بجلال ما ألدنى أفلت من قبضته عندما وهبت نفسى  
قلبا وقالبا للعلم ، الهروب من «اننى» و «اننا» الى «انه» » .

ولقد حاول أن يصف طريقة تفكيره ، قائلا ان الجزء  
الرئيسى منه كان تلاعبا « غامضا شيئا ما » على « المنظور »  
و « المحسوس » ، ثم يتلو ذلك البحث المبنى عن الكلمات .

ما الذى يمكن أن نخرج به من كل ذلك ؟ السنا مثل  
الأعظم الذى يحاول استيعاب سيكولوجية ؟ على شبيب المثال ،  
فى مارس عام ١٩٤٩م عقدت ندوة ودية فى برنستون حتى  
شرف عتيد الميلاد التنبهتى له ، أعطى فيها العشاء المبرزون  
شهادات فى فروغ العلم المختلفة عن إنجازاته ؛ ولكن أكثرها  
حفاوة جاء عفويا وبلا اعداد سابق - فبينما كان رابى

---

(٢٣) كائن خرافى مجنح لها الميثولوجيا الاغريقية ، له جسم اسد ورأس امرأة ،  
كان يمسك المارة بالشارع ويقتل من لا يعرف الحيل ، وقتل نفسه حين تمكن اوديب من حل  
اللفز الذى وجهه له - ( المراجع ) .

I-Rabi - الحائز على جائزة نوبل - يلقى مجازته المكتوبة ،  
توقف فجأة مدركا عجزه عن أن يصف العبقريّة السحرية  
لآينشتين ، قصمت برهة ثم أشار لساعة معصمه قائلا : «لقد  
بدأ كل شيء من هذه »

ولنسمع الآن من آينشتين ، في رده لسولوفين على تهنيته  
له بالميد السبعيني :

« لعلك تتصور أنني أستميد ما أنجزته من أعمال برضا  
هادئ ، ولكن على القرب يبدو الأمر على خلاف ذلك .  
فلا يوجد مفهوم تعرضت له يقف الآن على أرض صلبة ،  
ويشكل عام لست واثقا ان كنت على الطريق الصحيح » .

وليس في هذا الكلام أى تواضع مصطنع . كان آينشتين  
مدركا لأهمية أعماله ، ولكنه كان أيضا على علم بنقاط  
الضعف فيها . ومن يمكنه ذلك أفضل منه ، وهو الذى قلب  
الصرح النيوتوني رأسا على عقب ؟ ولنتذكر قول نيوتن في  
أواخر أيامه :

« لست أدري كيف أبدو فى أعين العالم . ولكنى أمام  
نفسى لست أكثر من صبي يلعب على شاطئ البحر ، منشغلا  
بين الحين والآخر بحصاة أكثر نعومة أو صدفة أكثر غرابة ،  
بينما محيط الحقيقة يمتد من ورائى لم يكتشف بعد » .

وبحلول أواخر عام ١٩٥٤م كان واهنا معتلا ، وكان  
يعلم أن آخر أيامه ليس بالمعيد . وتحدث مرارا عن الموت  
كراحة ، كما كتب فى ٥ فبراير من عام ١٩٥٥م : « لقد  
صرت أنظر للموت كدين قديم ، حان أخيرا ميعاد استحقاقه » .

ولكن كان عليه أن يكابد العزن مرة أخرى قبيل أن يفادر الحياة ، ففي مارس عام ١٩٥٥م توفي صديقه ميشيل بيسو ، وقد كتب لابنه وابنته هذه الكلمات :

« لقد نشأت صداقتنا أثناء سنوات الدراسة في زيورخ ، حيث كنا نتقابل بانتظام في الأمسيات الموسيقية . وفيما بعد اجتمعنا سويا في مكتب براءات الاختراع ، وكان لمناقشاتنا خلال طريق العودة للبيت سحر لا ينسى . وما هو قد سبقني بفترة وجيزة في وداع هذا العالم الغريب ، وهذا لا معنى شيئا ، ان التمييز لدينا ، نحن الفيزيقيين المؤمنين ، بين الحاضر والماضي والمستقبل ليس الا وهما ، وإن كان وهما عنيدا » .

وبالفعل فقد سبقه بيسو بفترة وجيزة ، فبعد عدة أسابيع فقط كان على أينشتين أن يودع عالمنا . ولكن في هذه الأثناء ، كان ما يزال هناك ما يجب عمله . كان الفيلسوف البريطاني برتراند راسل الذي أزعجته الأسلحة الذرية يعد بيانا تحذيريا ليوقعه أبرز علماء العالم ، وقد أثقل على أينشتين بطلب معونته في هذا الصدد ، وهو ما لم يتأخر عنه بالفعل ، فقد كتب لبوهر رسالة بدأها بهذه الرسالة : « لا تجفل ، فهذا الخطاب لا علاقة له بخلافنا القديم في الفيزياء ، ولكن حول موضوع نحن متفقون فيه تماما » . وقرب نهاية الخطاب كتب هذه الكلمات المعبرة :

« الأمور في أمريكا معقدة بحقيقة أن أغلبية العلماء الذين يحتلون مناصب رسمية يبدو أنهم عازفون عن الانخراط في هذه المنامرة . وإن مشاركتي قد يكون لها أثر

فى الخارج ، ولكن ليس هنا ، حيث أعتبر « النعجة السوداء »  
( وليس فقط فى المسائل العلمية ) •

وكان البيان الذى طال انتظاره ، بيان آينشتين - راسل ،  
والذى نشر بعد موت آينشتين ، يبدأ بالسؤال المباشر : « هل  
نضع نهاية لجبننا البشرى ، أم أن على العالم أن يدين  
الحروب ؟ » وقد وقع أحد عشر رجلا ، ليس من بينهم بوهر ،  
الذى كان من ضمن من اعتبروا البيان ، ربما بواقعية تفوق  
ما لدى آينشتين وراسل ، بادرة غير ذات جدوى : إلا أن  
آينشتين لم يكن ليستطيع البقاء ساكنا فى الأيام الباقية له •  
قبسبب البيان عقدت سلسلة من المؤتمرات الدولية حول  
السيطرة على الأسلحة الذرية ، وهو مجهود لم يكن بالمرة بغير  
جدوى •

كان توقيعه على البيان آخر عمل مكتمل فى الحياة  
العامة • وكان قد طلب منه قبل شهر وبحلول سبع سنوات على  
قيام اسرائيل كلمة تذاع بهذه المناسبة ، ولكنه أثر أن  
يتعرض للموضوع من خلال مسألة السلام بمفهومه الشامل ،  
بين العرب واسرائيل • وفى ١١ أبريل وأيضاً ١٣ منه ،  
ورغم اعتقال صحته ، اجتمع بالمسؤولين الاسرائيليين ، ولكن  
الآلام هاجمته فى ذلك اليوم ، ونقل يوم الجمعة التالى ، يوم  
١٥ أبريل الى المستشفى ، وكان يعلم أنها النهاية • وقد  
وبخ بحنان خلال آتيه أحد المقربين منه قائلاً : « لا تخزن  
هكذا ، فكل انسان له أجله » ، وقد تسامى عن الموت ، هل هو  
منخيف ، ولكن الأطباء لم يقدموا اجابة • وقد خفت آلامه  
مع العلاج ، وفى يوم السبت طلب نظارته ، وفى الأحد طلب  
حساباته الرياضية ، وملاحظاته عن بيان اسرائيل • وقد



حضرت اينته مارجوت التى كانت مريضة بالمستشفى  
لزيارتها ، ولكنها لم تمر فيه فى البداية لما ألم به من ضعف  
وهزال . كما حضر ابنه الأكبر من كاليفورنيا ليكون بجانبه ،  
وكان أوتو ناثن صديقه القديم ومستشاره الموثوق به الى  
جوار سريرها حتى الساعات الأخيرة .

وقبل ذلك بما بين كان قد كتب للملكة الأم بيلجيكا :  
« الشيء القريب فى التقدم فى العمر هو أن التمييز المؤلف  
بين « هنا » و « الآن » يفقد ببطء ، ويشعر المرء بالتحول  
نحو اللانهاية وحيدا تقريبا . لم يعد هناك خوف أو أمل .  
لا شيء غير المراقبة » . وبعد تسعة أشهر وفى كلمات تردد  
رأيا لأحد المؤمنين الأوائل بالذرة ، وهو الشاعر الاغريقى  
لوكريتوس ، كتب آينشتين يقول :

« ان الخوف من النهاية شيء عام بين البشر ، وهو أحد  
وسائل الطبيعة فى الحفاظ على النوع ، ولكن التمتع المنطقي  
بين أن هذا الخوف هو أكثر صوره غير المبررة ، حيث انه ليس  
من خطورة على شخص مات أو لم يولد بعد . وباختصار فهو  
خوف غبى وان يكن لا حيلة ازامه » .

والآن ، وعندما صان الأجل ، واجهه بلا وجل ، مرحا  
شاعرا بالصفاء بروح لا مثيل لها ، ومستعدة للرحلة  
العظيمة . كان يتحدث بهدوئه ومرحه المعتاد فى المسائل  
الشخصية والعلمية ، ثم يتحدث بحزن عن أمريكا والأمال  
المتلاشية فى السلام العالمى ، وعلى هذا الحال قضى آخر ساعات  
الصحو . وفى مساء الأحد أخلد للنوم ، ثم فى يوم ١٨ أبريل  
بعد ساعة وبضع دقائق عقب منتصف الليل انفجرت الأوعية  
الدموية وتوقف القلب .

قبل قرنين ، عندما مات نيوتن ، نعاه العالم ودفن رماده  
فى احتفال مهيب فى كنيسة وستمنستر فى قلب لندن ،  
بالقرب من أعظم أبناء انجلترا •

وعندما مات أينشتاين ، نعاه العالم أيضا ، ولكنه طلب  
ألا تكون هناك مراسم جنازية ولا قبر ولا شواهد ولا تماثيل •  
وبهدوء وبمضور بعض المقربين ، حرق جثمانه قرب ترنتون  
بنيوجرسي • وبناء على رغبته ، تم التعامل مع الرماد فى سرعة  
حتى لا يوجد مكان ، مهما كان تواضعه ، يمكن أن يكون  
مزارا ، ولكن نهر التايم قد قاض وحمل رماده ، حيثما كان ،  
الى المحيط العظيم الذى كان نيوتن أيضا يلهو على شاطئه •

ملاحق الكتاب :

الملحق ( ١ )

## الأنثروبيا

تعتمد كافة العمليات النافعة في الحياة على تحويل الطاقة ، فالآلة الحرارية يدخل لها قدر من الطاقة المختزنة في الوقود لتحولها لطاقة حركية ، ومولدات الكهرباء تعمل نفس الشيء لإنتاج الطاقة الكهربائية ، كما أن الكائنات الحية تستغل الطاقة المختزنة في الغذاء ، والذرات تحتاج لطاقة لتظل متماسكة في جزيئات أو بلورات ، الى آخر ما يعن للانسان من أمثلة .

ومن سنن الله في الطبيعة أن الطاقة المنتجة تكون على الدوام أقل مما استخدم في انتاجها ، ويتمثل الفرق في طاقة مشتتة في أرجاء الكون . وقد تنبه كاليسيوس لهذه الظاهرة في دراسته لسلوك الآلات الحرارية ، والتي تتمثل الطاقة المبددة فيها في التسرب الحرارى ، وتآكل الأجزاء ، وفي الاهتزازات والأصوات ، وغير ذلك من صور فقد الطاقة . ولذلك ، فقد أدخل مفهوم الأنثروبيا كتعبير عن الحصلة الكونية من الطاقة المبددة غير القابلة للاستغلال ، وضمنها في القانون الثانى للديناميكا الحرارية ، والذي ينص على أن كافة العمليات الحرارية تتضمن زيادة الأنثروبيا .

ولما كانت الطاقة المبذولة غير قابلة للاسترجاع ، فإن  
الأنثروبيا هي أيضا تعبير عن اللا انعكاسية irreversibility  
في عمليات تحويل الطاقة ، ومن جهة أخرى ، فلكون الطاقة  
المبذولة تكون متشتتة في الكون ، فإن الأنثروبيا هي أيضا  
مقياس للعشوائية ، وقد أعطى بولتزمان لهذه الصورة من  
الأنثروبيا صياغة رياضية ، تعتمد على أن احتمال العشوائية  
disorder هو أكبر دائما من احتمال النظام .

ولما كانت الحصلة الكونية من الطاقة مقدارا ثابتا ،  
وهو ما يعرف بقانون بقاء الطاقة ، فإن الطاقة المبذولة  
تكون على حساب الطاقة النافعة ، ويعنى تزايد الأنثروبيا  
التكهن بالمصير المحتوم للكون ، وهو ما يعرف بالموت  
الحرارى ، حين تتحول كل الطاقة الى طاقة مشتتة ، ويستحيل  
بالتالى القيام بأى نشاط نافع فى الكون .

وإذا كان مفهوم الأنثروبيا قد نشأ فى أحضان الديناميكا  
الحرارية ، الا أنه يمتد ليشمل كافة الأنظمة فى الحياة ، فإى  
نظام كائنا ما كان ، يخضع لظاهرة تزايد الأنثروبيا ، فهذا  
يعنى للنظم البيولوجية الميل الطبيعى للتحلل والافناء ، وللنظم  
عموما ، كنظم المعلومات ، أو حتى النظم الاجتماعية ، الميل  
الطبيعى للتشتت والعشوائية ، كأمثلة على سبيل التمثيل  
لا الحصر . ولعله لهذا السبب يصعب وضع تعريف جامع  
مانع للأنثروبيا ، ومن ثم مصطلح مترجم له (٢٤) .

---

(٢٤) أورد قاموس « المصطلحات العلمية » لدار نشر أكاديميا ترجمة هي « القصور  
الحرارى » ، وهي توحى بأن مفهوم الأنثروبيا مقصور على النظم الحرارية ، وقد رأينا  
أن الأمر لم يعد كذلك الآن . أما قاموس المورد فقد اكتفى بنكر شرح لهذا المصطلح ،  
الا أنه قصره أيضا على النظم الحرارية .

## الملحق (ب)

### علم الفيزياء

#### في

### نهاية القرن العشرين

أمدل الستار على القرن التاسع عشر وعلماء الفيزياء .  
فى وضع لا يحسدون عليه ! • ذلك أن نتائج الأبحاث التى  
جرت فى مجالى الاشعاع الحرارى والاشعاع الكهرومغناطيسى  
قد تضافرت على تحدى قواهم العلمية • وشهد مطلع القرن  
العشرين مولد نظريتين رائدتين ، كانتا المخرج من تلك  
الورطة العلمية ، الأولى هى النظرية الكمية ، والثانية هى  
النظرية النسبية ، على الوجه المبين فى ثنايا الكتاب •  
واستكمالاً للفائدة نرى أن نعطى لمحة عن التطور فى مسار  
العلم بعد النقطة التى توقف عندها المؤلف ، بقدر ما يتسع  
له المقام ويوفقنا اليه المولى سبحانه •

تطورت النظرية الكمية على يد كل من بوهر وهايزنبرج  
وشرويدنجر الى ما سمنى بميكانيك الكم ، وهى النظرية التى  
تتعامل مع الجسيمات دون الذرية ، وقد أضحت هذه الجسيمات  
عالماً قائماً بذاته ، لوفرة ما اكتشف منها ، حتى أصبحت تقدر  
بالمئات عدداً ، كما تتعامل النظرية مع ثلاث من القوى  
الأربع المعروفة فى الطبيعة ، وهى القوة الكهرومغناطيسية

والقوة النووية الضعيفة والقوة النووية الشديدة . والقوة الأولى فهي التي بمقتضاها تتجاذب الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية أو تتنافر . والقوة الثانية هي المسؤولة عن التحلل الإشعاعي للعناصر المشعة ، أما القوة الثالثة فهي القوة التي تتماسك بها البروتونات داخل نواة الذرة ، رغم ما بها من تنافر لكونها ذوات شحنات متماثلة . أما القوة الرابعة في الطبيعة فهي قوة الجاذبية ، وهي تعمل على المستوى الكوني كما نعلم . هذه القوة هي مجال النظرية النسبية العامة التي وضعها آينشتاين عام ١٩١٤ .

وقد بذل العلماء جهودا خارقة لتوحيد هذه القوى الأربع ، بغية وضع تصور بسيط موحد للكون . وقد نجحت النظرية الكمية في توحيد القوى الثلاث الأولى بالفعل ، في منتصف الثمانينات تقريبا ، وجرى العمل على قدم وساق في محاولة ضم القوة الرابعة ، التي تبين أنها صعبة المراس بقدر كبير على التوحيد .

وربما تكون آخر صيغة في مجال العلم هو ما يسمى بنظرية الأوتار الفائقة *superstrings* ، ويدعى أنصارها أنها الضالة المفقودة في هذا المضمار . وتذهب هذه النظرية إلى القول بأن الكون ليس مكونا من نقاط متناهية الصغر كما درجنا على تصويره منذ نعومة أظفارنا ، بل من أوتار متناهية الصغر ، وأن كل جسيم من الجسيمات دون الذرية في الطبيعة ما هو إلا تردد معين لمثل هذه الأوتار .

ونورد فيما يلي بعضا من الكتب التي تتناول مثل هذه الموضوعات لمن شاء الاستزادة :

— ما بعد أينشتاين ، ترجمة الدكتور فايز فوق العادة ،  
أكاديمية ١٩٩٠ •

— تاريخ موجز للزمان ، ترجمة د • مصطفى فهمي ،  
دار الثقافة الجديدة •

— الدقائق الثلاث الأخيرة من عمر الكون ، ترجمة  
م • هاشم أحمد ، الهيئة المصرية العامة للكتاب •

## قاموس مصطلحات عربي - لاتيني

المراجع : معجم الفيزياء ، أكاديميا

قاموس الفلك المصور ، مكتبة لبنان

قاموس الرياضيات المصور ، مكتبة لبنان

المورد

ظ : = انظر المادة •

( أ )

ارجح erg وحدة لقياس الطاقة •

اشعاع emission : اطلاق موجات ( ظ : الاشعاع الكهرومغناطيسي )  
أو جسيمات ( ظ : الأشعة الكونية ) ، وطبقا للرؤية الحديثة فقد  
توجد المفهومان ، حيث وجد للموجات خواص جسيمية ( ظ :  
الفوتونات ) وللجسيمات خواص موجية ( ظ : الأشعة المادية ) •

اشعاع جاما gamma rays : الاشعاع الكهرومغناطيسي ( ظ ) الأقل من  
10<sup>-12</sup> مترا •

اشعاع كهرومغناطيسي electromagnetic rays اطلاق موجات من مجال  
كهربي ومجال مغناطيسي متعامدين ، وهو ينتشر بسرعة الضوء  
( الضوء نفسه صورة من هذا الاشعاع يقع بين 400 نانومتر الى  
770 نانومتر ) • ويفهم الجسيمات فهو اطلاق الفوتونات (ظ) •  
اشعة اكس X-rays : إحدى صور الاشعاع الكهرومغناطيسي ، يقع طول  
موجتها بين الأشعة فوق البنفسجية واشعة جاما ، أي يتراوح بين  
10<sup>-12</sup> و 10<sup>-8</sup> مترا •



**أشعة كونية cosmic rays :** جسيمات دون ذرية ، أغلبها بروتونات ، ولكن الإلكترونات ونويات كافة العناصر توجد فيها بنسب أقل ، تنطلق في الكون بسرعة مقاربة لسرعة الضوء ، أساسا مع انفجارات السوبرنوفات ، ولكن أيضا مع البقع الشمسية .

**ألفا ( جسيمات ، إشعاع ) Alpha (particles, emission) :** جسيمات مكونة من نيترونين وبروتونين ( نواة ذرة الهيليوم ) تنبعث من المواد خلال التحلل الإشعاعي ( ط ) .

**إنتروپيا entropy :** اصطلاح يشير الى الطاقة المشتتة نتيجة العمليات الحرارية أو الحيوية ، وكذا الى ميل النظم للتشتت والعشوائية ( انظر الملحق ) .

**انزياح أحمر red shift :** ازاحة خطوط الطيف ( ط ) نحو اللون الأحمر إذا كان الجسم المبعث يبتعد عن المراقب ، وهو ما تلاحظ من رصد المجرات ، مما تبين منه ظاهرة تمدد الكون ( ط : الكون المتمدد ) .

**الانفجار العظيم big bang :** انفجار في الفراغ نشأ عنه الكون الحالي طبقا للنظرية القائلة بذلك .

**إثير ether :** وسط تخيلي كان يظن أن للموجات الكهرومغناطيسية تنتشر خلاله ، وقد أثبتت التجارب فساد هذا الرأي .

#### ( ب )

**بيتا ( جسيمات ، إشعاع ) beta (particles, emission) :** الإلكترونات المنبعثة من المواد المشعة خلال النشاط الإشعاعي ( ط ) .

#### ( ت )

**تأثير دوبلر doppler effect :** التغير في خطوط الطيف بحسب تحرك الجسم المبعث بالنسبة للمراقب ، فإذا كان مقتربا تزداد الألوان تجاه اللون الأزرق ، وإذا كان مبتعدا تكون الازاحة تجاه اللون الأحمر ( ط : انزياح أحمر ) .

**تحلل إشعاعي radio decay :** ( نشاط إشعاعي ) : اطلاق نويات المواد الثقيلة لجسيمات ألفا ( ط ) وبيتا ( ط ) وأشعة جاما ( ط ) ، لتتحول الى عناصر أخف .

**تساوية ( مبدأ الـ ) equivalence :** مبدأ النظرية النسبية العامة ، ينص على أنه لا يمكن التفرقة بين الآثار المحلية الملحوظة لجال الجاذبية وبين الآثار الناتجة عن الحركة المتسارعة لإطار الإسناد .

**تفاعل متسلسل chain reaction :** في الانشطار النووي ( النشاط الاشعاعي الناتج من قذف النواة بالنيوترونات ) تتميز بجسيمات ألفا الناتجة من انشطار ذرة في انشطار الأنوية المجاورة ، مما يعطي الانشطار خاصية التضاعف المتعدد .

**تفسير كوبنهاجن (\*) Copenhagen interpretation :** المبدأ الذي أسست عليه ميكانيكا الكم ، والذي يعطي الظواهر الكمية صفة الاحتمال وليس القطع طبقاً لمبدأ عدم اليقين ( ظ ) ، ويقبل التعارض بين الظواهر الكمية كظواهر متكاملة طبقاً لمبدأ التكاملية ( ظ ) .

**تكاملية (\*) ( مبدأ الـ ) complementarity :** المبدأ القائل بأن الظواهر الكمية المتعارضة هي في الواقع متكاملة ، كالنظر للإلكترون كموجة أو كجسيم .

**تضال (\*) ( مبدأ التماثل العام ) covariance :** مبدأ في النظرية النسبية العامة بمقتضاه يجب أن تعامل كافة أطر الاستناد في الزمكان ( ظ ) معاملة واحدة ، وبالتالي يجب أن تكون المعادلات مبررة عن هذا الحياد .

**تيسور tensor :** ( ظ : موتر ) .

( ث )

**ثابت هابل Hubble constant :** معدل زيادة سرعة المجرات بالنسبة لبعدها عن النظام الشمسي ( من ٥٠ الى ١٠٠ كيلو متر/ثانية لكل مليون فرسخ نجمي ) الفرسخ النجمي parsec = ٣.٢ سنة ضوئية ) .

**ثقب أسود black hole :** جسم فلكي بالغ الجاذبية لدرجة حبس الضوء بداخله .

( ج )

**الجاذبية gravity :** قوة التجاذب بين الأجسام المادية .

**جسم أسود black body :** جسم مثالي افتراضي ، يتصور أنه يمتص جميع الأشعة الساقطة عليه ، ولا ينعكس منها شيئاً ، ويعتقد أنه يشع في كل موجات الطيف ، وكان لمخالفة التجارب لهذه الفرضية أنشأت لورنتز النظرية الكمية ( ظ ) .

جسيم أولي elementary particle : الجسيمات التي تكون اللبنات الأولية لبناء المادة والطاقة ، كالفوتونات واللبتونات ١ ومبهما : الالكترونات ( والبايونات ) ومنها البروتونات والنيوترونات ) وغيرها .

الجيوديسيا geodesics : علم دراسة الأسطح : ومنها تحديد اقصر أو أطول مسار لجسم على سطح ما .

( ح )

حد شاندراسيخار chandrasekhar limit : اقل ما يكونه نجم قزم أبيض .

حركة براونية brownian motion : الحركة العشوائية للنباتات المجهرية داخل السوائل واستتبط منها تكون المواد من جزيئات .  
الحضيض الشمسي perihelion : اقرب موضع لكوكب من الشمس .

( خ )

خط كوني world lines : مسار جسم في الزمكان .

( د )

درجة الحرارة المطلقة absolute temperature : درجة الحرارة مقيسة بالنسبة للصفر المطلق ( ط ) .

الديناميكا الحرارية thermodynamics : فرع الفيزياء الذي يعنى بدراسة العلاقات الكمية بين الطاقة الحرارية والأشكال الأخرى من الطاقة .

( ذ )

ذرة atom : أصغر وحدة بنائية لمبنى ما .

( ر )

سديم nebula : سحابة من الغاز والغبار الكوني عذبة .

سنة ضوئية light year : المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة ( ط : ضوء ) .

( هـ )

الصفر المطلق absolute zero : - ٢٧٣,١٥ درجة مئوية .

( هـ )

خضوع ، سرعة الـ light (speed of) : ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية .

( ط )

خط spectrum : ترتيب الموجات الاشعاعية طبقاً لتردداتها .

( ظ )

الظاهرة الكهروضوئية photoelectric effect : انبعاث الإلكترونات  
من بعض المواد عند سقوط الضوء عليها .

( ع )

عطارد mercury : أقرب كوكب في المجموعة الشمسية للشمس .  
علم التفاضل والتكامل calculus : فرع من الرياضيات وضعه نيوتن .

( غ )

فوتون photon : جسيم الضوء أو الاشعاع الكهرومغناطيسي .

( ق )

قانون بقاء الطاقة law of conservation of energy : القانون الذي  
يقول بأن الطاقة لا تفنى ولا تخلق من عدم ، بمعنى أن كمية الطاقة  
في الكون ثابتة .

قانون بقاء المادة law of conservation of matter : القانون الذي كان  
يقول بأن المادة لا تفنى ولا تخلق من عدم ، وذلك قبل اكتشاف  
إمكانية تحويل المادة إلى طاقة .

القصور الذاتي inertia : خاصية احتفاظ الأجسام بحالتها من حيث  
المسكون أو الحركة في خط مستقيم وبسرعة ثابتة حتى تتأثر بقوة  
تغير من حالتها .

قوانين الحركة laws of motion : القوانين الثلاثة لنيوتن لدراسة  
حركة الأجسام تحت تأثير القوى .

## ( ك )

كم : quanta : أصغر وحدة من الطاقة .

الكون المتورد : oscillating universe : تصور للكون على أنه يتأرجح بين التمدد والانكماش .

## ( م )

مبدأ عدم اليقين : uncertainty principle : مبدأ وضعه هايزنبرج يقول باستحالة تحديد كافة الخواص الفيزيائية في نفس الوقت تحديدا قاطعا لجسيم ما .

مطياف : spectroscopie : جهاز قياس الطيف .

موجات الجاذبية : gravity waves : شكل من الطاقة تبثه النجوم الضخمة المتسارعة ، تنبأت به النظرية النسبية العامة .

موجات المادة : matter waves : موجات تمثل سلوك الجسيمات تحت ظروف معينة ، ينظر إليها أحيانا على أنها موجات احتمالية تمثل احتمال وجود الجسيم في موضع معين .

## ( ن )

النجوم النابضة : pulsars : نجوم تعطي ومضات من الاشعاع ، يعتقد أنها نجوم نيوترونية تدور بسرعة فائقة حول نفسها .

نشاط إشعاعي : radioactivity : ( ط : تحلل إشعاعي ) .

نيوترون : neutron : جسيم محايد الشحنة من مكونات نواة الذرة .

## ( هـ )

هندسة إقليدية : Euclidean geometry : هندسة تتعامل مع الأسطح المستوية .

هندسة ريمانية : ( غير إقليدية ) : Riemannian geometry : هندسة تتعامل مع الأسطح غير المستوية .

## قاموس مصطلحات لاتينية - عربي

absolute temperature	درجة الحرارة المطلقة
absolute zero	الصفر المطلق
atom	ذرة
big bang	الانفجار العظيم
black body	جسم أسود
black hole	ثقب أسود
brownian motion	حركة براونية
calculus	علم التفاضل والتكامل
chain reaction	تفاعل متسلسل
complementarity	تكاملية
Copenhagen interpretation	تفسير كوبنهاجن
covariance	تسائل
Doppler effect	تأثير دوپلر
elementary particle	جسيم أولي
entropy	الانتروبيا
equivalence	تصادلية
erg	أرج
ether	الإثير
field	مجال
gamma rays	اشعاع ( أشعة ) جاما

geodésics	الجيوڊيسيا
geometry	هندسة
geometry, Euclidean	هندسة اقليدية
geometry, Reamanean	هندسة ريمانينيه
gravity	الجاذبيه
gravity waves	موجات الجاذبيه
Helium	الهليوم
Hubble constant	ثابت هابل
inertia	القصور الذاتي
kinetic theory of gases	النظرية الحركية للغازات
law of conservation of energy	قانون بقاء الطاقة
law of conservation of matter	قانون بقاء المادة
laws of motion	قوانين الحركة
light	ضوء
light year	سنة ضوئية
magnet	مغناطيس
mechanical equivalent of heat	المكافئ الميكانيكى للحرارة
mercury	عطارد
nebula	سديم
nutrone	نيوترون
oscilating universe	الكون المتردد
perihelion	الحضيض الشمسى
photon	فوتون
photoelectric effect	الظاهرة الكهروضوئية
probability waves	موجات الاحتمال
pulsares	النجوم النابضة
quanta	كم

radioactivity	نشاط إشعاعي
ray emission	إشعاع
red shift	انزياح أحمر
spectroscope	مطياف
spectrum	طيف
tensor	تلمسور
thermodynamics	الديناميكا الحرارية
uncertainty principle	مبدأ عدم اليقين
waves	الموجات
world line	خط كونى
x-rays	أشعة أكس ( رونتجن )





اول مولود معروفه لآبوت اينفلسون



اينفلسون ايام الدراسة في البوليتكنيك بزيورخ



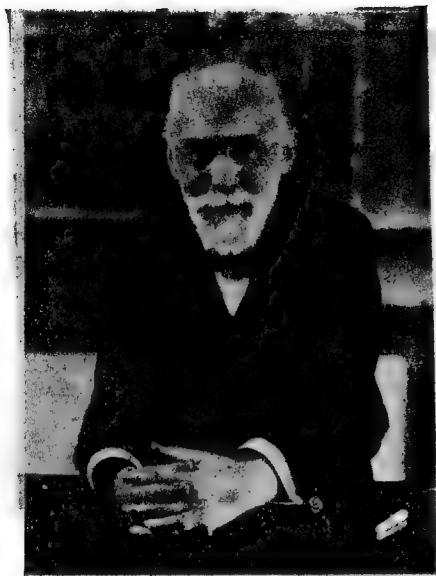
اينشتاين في مكتب براءات الاختراعات ، برن



الأكاديمية الأولى كوترا هابشيت ، موريس سولفين وألبرت اينشتاين

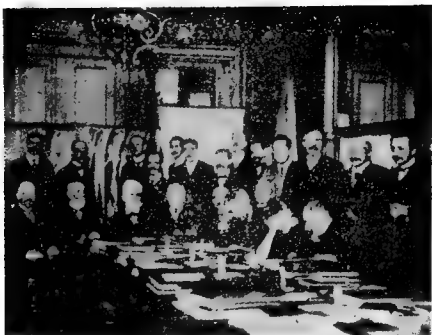


اميليانو وييمو في زيورخ

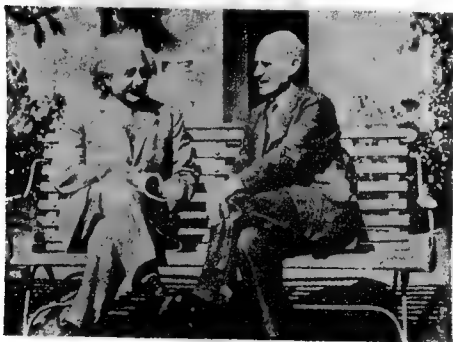


H.A. Toronto

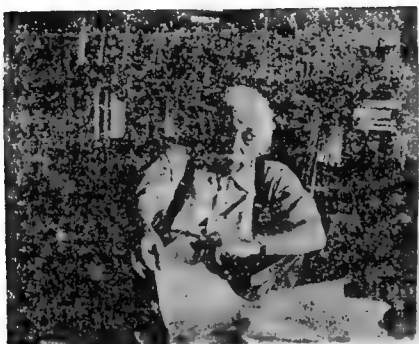
۷۸ ج ۱ لورن



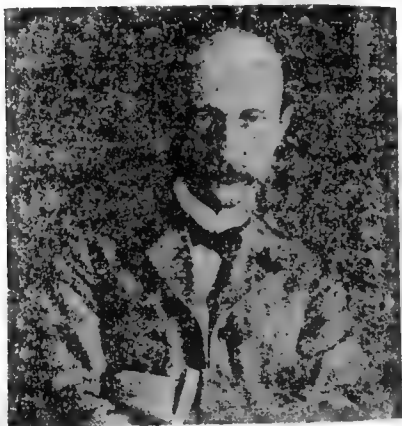
مؤتمر سولهای عام ۱۹۱۱ الجالسون ، من اليسار ، ثرست ، بریوین ، سولهای ،  
لورنتز ، فارپورج ، پیرین لین ( الخلف ) ، مدام کوری ، بوانکریه ولفون \* جولد  
سمیث ، پلانک ، روپلر ، سرهیلد ، انیدرلمان ، دی بروایی ، کلنکین ، هاز نلزل ،  
هوشلت ، هرین ، جینز ، ثرهورد کمرلنچ - آوتس ، آیتلین ، لانجین \*



انلجئون وایتلین عام ۱۹۲۰ \*



ايشتين في مكتبه عام ١٩٤٨ تتركيا



ملكس بلانك  
١٩٠٠



آخر صورة إيفلين اخذت له في عيد ميلاده السادس والسبعين ١٤ مارس ١٩٥٥





القرأ في هذه الصفحة

جورجك دلمونس  
جميع معارفه فاصلة في المعنى  
الوطني  
ليونيل تندايمز  
سياسة اللوائح الخاصة  
الأمريكية إزاء مصر  
د- جون شيلدر  
كيف تعيش ٣٦٥ يوما في  
الأسيرة  
بيير الير  
الصفحة  
د- غوريل وحيدة  
في الكومينيا الأخيرة أداتلي  
في الفن للتشكيل  
رسميس غوش  
أبب الروسي قول الثورة  
البلشفية وبعدها  
محمد نيمان جلال  
ب- هم التحيز في عالم  
مظلي  
برانكس ل بارمر  
الفكر الأوربي الحديث ٤  
شركت الربوس  
الفن للتشكيل الخاص في  
الوطن العربي  
مسي الذي احمد حسين  
للثقافة الآرية والبناء الصغار  
ج "دانيال التور  
تقنيات للقيام الكوري  
جوزيف كورنار  
مفردات من الأدب القصص  
جورمان موربان  
نميمة في لتكون كيف تشات  
واين لوجد  
بانقة من العلماء الأوربيين  
مباشرة المرافق الأسفلتوني  
حرب الفضاء  
السيد جادو  
أدلة المصراعات الدولية  
محمدي جيتانو  
الفرقوكسيونار  
مجموعة من الكتب اليابانية الخاصة  
والجيشين  
مفردات من الأدب الياباني  
للمسي - للدراسة - أمكا  
الصفحة الأخيرة

ييل شول واينجوت  
القوة للتشكيل للفرام  
مضاد غلوس  
أفن الترجمة  
رالف في مالو  
توماسكي  
تكتيد برويد  
مستقل  
ليكتور هوجو  
رسائل وأحاديث من الخفي  
ليونيل ميردوتج  
لجزء والفك - معارف في مضمر  
للفيزياء الفرية  
محمدي هوك  
الفراغ للفاصل - ماركس  
والماركسيون  
د- ج- شينكوف  
فن الأدب الروائي عند الواسكي  
ماني نيمان اليتي  
أبب الفضال - فلسفة - فولة  
وسلطة  
د- قصة ربح المزاوي  
أحمد حسن الزيات كتابا وثقافة  
د- فاضل أحمد الطائي  
أعلام العرب في الكومياء  
جلال لالمسري  
فكرة للمصرح  
مشر باروس  
للجسم  
د- السيد خليفة  
منع القرار السياسي في  
مفردات الفكرة الصالحة  
جاكوب برنولسكي  
الظهور للضماني للكتابان  
د- روجن ستروجان  
في التشكيل للفكر الجماعي  
كاشي ليز  
تربية للفراغ  
١- ميسر  
الوقت وعالمهم في مصر  
للحقيقة  
للمرحم ليونيل  
الحل في الفكي

مترادف من  
أعلام العالم والمسي أخرى  
د- رالف تكتايوم جابوتسكي  
الالكترونيات والمسية الحديثة  
المسي مكسلي  
الطاقة متبادل للغة  
د- و- فريمان  
للجغرافيا في مجلة عام  
ولموانه وإيمانز  
للثقافة والمسي  
د- ج- فريوس ١٠ ج- ليكتور هوك  
تاريخ السلم والتكولوجيا  
٧  
ليستريل راي  
الفرق الفاصلة  
والثان  
للرواية الإنجليزية  
لوس مارچاس  
الفرق التي في الفرح  
فرانسوا مرامس  
كالية مصر  
د- كشي حلي وكثرون  
الانسان المصري على الصفحة  
أراج لركلف  
القاهرة مدينة الف ليلة وأيلة  
ماشم الحساس  
للوهبة القومية في السيلما  
ديفيد إيهام مكنول  
مجموعات للفكر - ميالتيا  
كستيليا - مرشدا  
حزب الشوان  
توماسكي كشي حلي ومطلق  
د- ميسر جاسم لوسري  
مصر للرواية  
جلال تومس  
مجموعة مقالات فكية  
جون لوسري  
الانسان ذلك الفكرة الفرية  
جورج ويست  
الرواية الحديثة - الإنجليزية  
والفكرية  
د- شيم - لالمسري  
الفرق - المصري - الفلمني  
أحمد وبيلا  
ليكتور ليونيل  
على مجموع - الفكرة - والفكر

جابريل باير  
تاريخ ملكية الأراضي في مصر  
الحديثة

انطوني دى كريسى وكينيث ميلوج  
اعلام الفلسفة السياسية  
الحديثة

موايت سوين  
كتابة كسيندريك كسيندا

زابليلسكى د. من  
للزمن وقامه ( من جزء من  
تاليون جزء من الكلية وحتى  
مليارات السنين )

مهندس ايرامم القرضاوى  
أجهزة تنقية الهواء

بيتر ديان  
لخدمة الاجتماعية والتربية  
الاجتماعية

جوزيف دامميرس  
سيرة مؤرخين في المصور  
لوسمى

من م. دورا  
للتجربة البيئية

د. عاصم محمد رزق  
مراكز الصلابة في مصر  
الاسلامية

روباله د. سميتسون وايزمان  
الشموع  
للمح والخطاب والمارس

د. لاوريد لالك  
للتفكير الفنى والفكر

وايت وايزمان رومستر  
حول حول التنمية الاقتصادية

لرد م. ميس  
تجسيع للتعبير

جون لويس بيركمان  
للعادات والتقاليد المصرية  
مع الامثال الشعبية في مصر

محمد علي  
الان كاسيلار  
للتفوق التعليمي

سامي عبد المولى  
للتفكير السياسي في مصر  
بين التفكير والتفكير

فريد مرون وشاندرا ويكرام سينج  
للتفكير الاقتصادي

محمدين حاسي المهنس  
لرأى الفلسفة ( بين التفكير  
والتفكير ) سميتسون وايزمان

روى دوريتسون  
الهيرويين والتميز والفرما في  
المجتمع

مور كاسن مكلينتوك  
صور الفيزياء - فكرة علي  
حيوانات الفيزياء

ملمد النحاس  
تجيب محفوظ علي الشاذلة  
د. محمود سرى طه

للكومبيوتر في مجالات الحياة  
بيتر آروى

المفكرات حقائق لمسية  
يوريس فينروليتش سيرجيت  
والتفكير الاصطناعي في الفيلسوف

وليام جيتز  
الهزيمة والولاية للجميع

ميتود المراتي  
قصة امسك للزوجة

اسميت محمد الشولوى  
كتب فيريت الفكر الانساني

جون د. بورد وميلتون جولدبرج  
للفلسفة وتكنولوجيا العصر ٢

أرنولد توماس  
للكل الفيزيائي ملك الفيزياء

د. مصلح رشدا  
مكتبة وتكنولوجيا في الفن  
للتفكير الفنى والفكر

د. كنج ولشرون  
للتفكير في البلدان النامية

جورج جابريل  
يدلية ولا نهاية

السيد طه السيد ابو سعدي  
الحرف والتكنولوجيا في مصر  
الاسلامية منذ الفتح العربي  
حتى نهاية العصر العباسي

جالييلو جالييليو  
حوار حول التفكير الرياضي

لرؤى موريس واكن  
الارهاب

سيريل المريد  
المفكرين

ارثر كينستر  
القبيلة للثقافة حشرة ويوم  
شيم

ب. كرملان  
الاساليب الفيزيائية والفيزيائية

د. توماس ا. هاريس  
التفكير الفنى - تحليل  
الامامات الاجتماعية

لجنة الترجمة  
للمناس الاعلى للثقافة  
التفكير الفيزيائي  
روالغ الاداب العالية ١

روى ترمز  
لغة الصورة في كسيندا المصرية

ناباى متطين  
للتفكير الاجتماعية في اليابان

بول هاروسون  
العالم الثالث فما  
ميكائيل ابى وجيمس ملارك

انطونى الكبير  
انسان فيليب  
دليل للتفكير المتكاف

فيكتور مورجان  
للتفكير الفنى

محمد كمال اسماعيل  
للتفكير والفيزياء الفيزيائية

ابو القاسم للفيزياء  
للتفكير ٢

بيترين بورت  
للتفكير الفيزيائية ٢

جاءه كرابس جولدبرج  
كتابة التاريخ في مصر  
للتفكير الفنى

محمد نواز كورمان  
قيام الدولة لاصطلاح

لرأى بار  
للتفكير السياسية والتفكير  
تاجور ، شين يون بنج وآخرون  
مفكرات من الادب الفيزيائية

تاسر شمرى حاروي  
سفر لكمة

نانور جورديس فوجديس في جود  
واخرون  
سقوط الفكر والتميز كثره

احمد محمد الدينار كيم  
كتب فيريت الفكر الانساني  
٢

جان لويس بورد وايزمان  
في الفلك السياسي الفيزيائي  
للتفكير في أوروبا  
بول كرام

مرويس بن بشار  
مناخ الخلود

زيجات جيل  
جماليت عن الخراج

جولان بن مينا  
المعة الصليبية الاولى والثرة  
المروپ للصليبية

الفرية ج. بنتر  
الكنائس البعلية للصليبية في  
مصر ج. ٧

ريشارد شاخت  
رواية الفلسفة الصليبية

ترانيم زراعت  
من كتاب الفصاة الفرس

الحاج يونس لمرسى  
رحلات قاريا

محدث ثمار  
الاصنام والهيمنة الثقافية

برنارد راسل  
السلسلة والفره

بيتر تيكرليز  
السيما الثقافية

انوار بن جيري  
عن الطب الصليبي الاوربي

فلتالي اريس  
مصر للرومانية

سيفان اوزبات  
التاريخ من قبل جوليه ج. ٣

موني براج واشيون  
السيما للروية من الخليل الى  
المعبد

فلان بن بكاره  
لهم يستحقون اليقر ج. ٢

جابر محمد الجزار  
عاصريته

د. ابرار كرم الله  
من هم للتكر

ج. من. فريد  
الكتاب الحديث وعالمه

ج. ٢  
سوريل عبد الله

محدث الكثر  
عن روايات القديس للهيبة

لويج تود  
معلق الى عالم اللغة

اسحق مطيريف  
للمعوس للثقافة

فهرار المسور لولا  
مارجريت روز

ما بعد الحداثة

د. بشار حاج  
الامر في الف علم

مستوف والمصنوع  
الممكات الصليبية

ج. ٨  
ممالك قريش الصليبية

ج. ٤  
جوستاف جرونبرام

ج. ٤  
مشارية الاسلام

د. عبد الرحمن عبد الله الخرخ  
وهلة يراون الى مصر والمجمل

ج. ٢  
جلال عبد الفتاح

لكون ذلك للمجهول  
فرانك جولد واخرون

الطال من الخامسة الى العشرة  
ج. ٢

باني اريوس  
الريفي - لطريق الكثر

د. محمد زيانم  
عن لقيج

برنسلر مالتينسكي  
للمصر والعلم والدين

اسم مثل  
المطربة السليبية

فلان بن بكاره  
لهم يستحقون اليقر

ج. ٤  
عبد الرحمن عبد الله الخرخ

بيسولر وهلة فاسكي دلوما  
انوار شاتيران

كولت القمير  
سوتاري

الفلسفة كجوهريه  
ساناق فان كريك

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

انريش ج. برونجر  
الاصنام الخليلي

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

خوسيه صليب  
السيكولوجي في الصليبية كالفريه

بول وارن  
خليا كقام الدم الاوربي

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

ج. ٢  
ج. ٢  
ج. ٢

محمد مهم الله المتد  
اعلام على الزمن الاتي

ممدوح عليه  
البرنامج القوي الاساسي  
والاين القوس العرفي  
ليونسكالا  
الحب

ليود اسانس  
مجدد التاريخ الادب ادميزو

ميرورت ريد  
انيرة عن طريق الفن

وليام بينر  
مجدد الكلاويجا الحيوية

الفن كراف  
الحول السلية ٢

يوست شارة  
ممدولا القرن الحادي والاطير

المعالم الدولية  
روالد جنكسون

الكيمياء في خدمة الانسان  
ت ج جبر

المنحة ايام الفراصة  
جرج كاسان

لدا كسب المحروب ٢ ج  
جسد المين زكريا

الشعر بروكتر  
لارا ف لوج

الحيوة الهولندي  
سليمكان مبلول

اساطير من الشرق

ولهم هداد  
كالت ملكة على مصر

حيوس ماري برمد  
التاريخ مصر

بول ماليز  
الملك للثلاث الاخيرة

موريف وماري فيلدين  
مطالعة الفيلام

ج: كوتش  
المطالعة الفيليقية

رشت كاسبر  
ي المطالعة الفارسية

كت ١ كس  
ومعيس للثاني

جان بول سارت وشرين  
ه: طولات من المسرح العالم

روزلند وجاك بلندن  
الملك المصري القديم

نيكراس ماير  
شراوة هوان

ميجول دي ليس  
اللقران

جوسين دي لوك  
موسوليني

الوزن جريك  
موسارت

ص: جد لارمبل لهرير  
مكاله مع لهرير المتكلم

ونفرد هوان  
كالت ملكة على مصر

الن شوتر  
الحياة اليومية في مصر القديمة

١٠١ س: لوارنر  
اهرام مصر

روبرت سكول وكندره  
اللق ادب لثيقا الجاني

ب: س فليل  
المفهم الحديث للسكان وكندره

س: موكرد  
شهر الرسالت الى شوب الخريف

ر: بايرت  
التاريخ للقرن في آسيا الوسطى

مغديسير هيدالكو  
التاريخ أوروبا الشرقية

جابريل جابريل ماركو  
الجهزال في القضاة

مترى برجسوف  
الشخص

مستلى محمود مفلوم  
الززال

٢: و: شراو  
شمير الهندي

٢: جوني  
المجيد

ستيلر مومكس  
المطالعات السامية

القرن جوراني  
التاريخ الشعوب العربية

ممدو لاسم  
اللق العربي للكتاب الفرنسي

ملايس ريتوس  
البعيد



مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٢٨٢٤/١٩٩٧

---

ISBN — 977 — 01 — 5507 — 1



تهدف الهيئة المصرية العامة للكتاب من مشروع الألف كتاب الثاني إلى مواصلة مسيرة المشروع الأول بتكوين مكتبة متكاملة للقارئ العربي في شتى جوانب المعرفة عن طريق الترجمة والتأليف. وفي هذا الإطار يبدي المشروع اهتماماً كبيراً بالكتب العلمية والمستقبلية، وقد أصدر حتى الآن ٢٨ كتاباً في هذا المجال، من أهمها:

ب. ديفيز، المفهوم الحديث للزمان والمكان

دوارد فايجينام، الجيل الخامس للحاسوب

اسحق عظيموف، العلم وأفاق المستقبل

بول ديفيز، الدقائق الثلاث الأخيرة

(انظر القائمة المفصلة داخل الكتاب)

وفي هذا الكتاب نعرض لسيرة أعظم فيزيائي القرن العشرين فاطبة، ألا وهو ألبرت أينشتاين، صاحب نظرية النسبية التي غيرت كليةً من رؤيتنا للكون وكشفت لنا عن بعد رابع له، هو الزمان، كان مجهولاً لنا حتى ذلك التاريخ رغم شدة ألفته لنا. وكذلك حياة أينشتاين ببساطتها التي تعد أنموذجاً لحياة العالم الزاهد حافلة بالدروس والعبر، وجوهر عظيمته يكمن في بساطته هذه التي لم تقسدها الشهرة التي حظي بها والتي جعلته أسطورة وظل رغم ما يحيطه به الجمهور من آيات الإجلال شديد التواضع، حتى أنه في إحدى المناسبات التي أقيمت لتكريمه قال للجمهور: "عندما كنت صغيراً كان كل ما تمنيتهُ وثوقته من الحياة أن أجلس في هدوء إلى ركن ما أؤدي عملي بلا ضجة، ولكن أنظروا ما آل إليه أمري الآن.."